铁塔上舞动的精灵——电力巡检无人机有望迎来“黄金三年”

2017 年 3 月 27 日

赵巧敏(分析师)
电话: 020-88836110
执业编号: A1310514080001
邮箱: zhaoqm@gzgzhs.com.cn

投资要点

【刚性需求】

目前我国已经建成了六大跨省区电网，输电线路总长度超过了 115 万千米，500kV 及以上的输电线路已成为各区电网输电主力。随着经济社会的发展，发电量与用电量逐年上升，GlobalData 预测，中国输电线路建设的年复合增长率将达到 6%，高于全球 3%的增速。**国家能源局等对电力安全可靠性提出新要求，电力巡检关系电力安全可靠性与国计民生，战略地位与实际刚性需求突出。**

【历史沿革】

电力巡检方式从人力巡检“孤军作战”转变为人力巡检、载人直升机巡检和无人机巡检“协同发展”的新局面。载人直升机比人力巡检更胜一筹，但仍有诸多局限性，无人机日渐成为电力巡检的得力助手。**目前，国家电网公司、南方电网公司已基本完成对无人机电力巡检的前期试点及经验总结工作，无人机电力巡检进入推广阶段，未来三年有望迎来发展黄金期。**

【独特优势】

电力巡检无人机各机型“术业有专攻”，能完成定点巡检、精细巡检、范围巡检等工作，与人力巡检和载人直升机巡检相比，无人机巡检有着机动灵活、安全性高、成本低、环境要求低、便于携带和运输等**独特优势**。

【市场前景】

电力巡检所需的适用性、稳定性、安全性等技术不断成熟助推成本下降，四类“自上而下”的政策或文件为电力巡检无人机行业保驾护航。**保守预计 2018-2020 年，仅考虑无人机整机，市场容量可达 9.91 亿元、13.13 亿元、19.48 亿元，同时考虑无人机整机和服务，市场容量可达 29.73 亿元、39.39 亿元、58.45 亿元，前景明朗。**

【竞争格局】

由于电力需求的区域性和分散性，无人机电力巡检领域竞争格局较为分散。已在无人机其他应用领域积累

相关报告

1. 《无人机系列报告五：应用需求、技术和政策三大因素撬动警用无人机 450 亿级蓝海市场》
2. 《无人机系列报告四：植保无人机如何在曲折中前进》
3. 《无人机系列三：国内军用机—长空战鹰，未来可期》
4. 《无人机系列二：国外军用机—技术为基，并购助力》
5. 《无人机系列一：民用无人机将成为飞控增长引爆点》
6. 《事件点评：《中国制造 2025》出台，制造业腾飞之梦不远 0520》

广证恒生
做中国新三板研究极客

VISIT…

扫码免费领取资料

房中术{www.nblax520.com}专注于男性增大增粗增长、阳痿、早泄、壮阳、延时、强肾、回春、健身。女性缩阴、丰胸、减肥、化妆、瑜伽、保养、产后修复、盆底肌锻炼。两性健康,夫妻按摩,房中术,性姿势,性技巧,性知识等

更多免费教程：英语学习，技能提升，PS 教学，投资赚钱，音乐教程，口才教学，情商提升，风水教学，心理学，摄影知识，幼儿学习，书法学习，记忆力提升等等.....

==========

全站课程下载

课程不断增加

本站现资源容量已超 10T

入群联系 QQ：167520299 或添加微信：1131084518（备注 学习）

扫码加微信lax988988领取资料

阳痿早泄训练
皇室洗髓功视频教学
女人驻颜术
泡妞约炮万元课程
足疗养 SPA 教材
玉蛋功
马氏回春功
房中术张丰川
哲龙全套视频
增大盼你增大
国际男优训练
亚当德永早泄训练
洗髓功真人内部
皇室养生绝学道家洗髓功
【铁牛人会员课】男人必备技能，理论讲解
实战高清视频
随意控制射精锻炼 视频+图片+文字
价值 1440 元第一性学名著<素女经房中养生
宝典视频>12 部
洗髓功修炼方法视频教学
陈见玉蛋功视频教学 女性缩阴锻炼
男性自然增大增长指南
强性健肾保健操 1-4
道家强肾系统锻炼功法
马氏回春功
12 堂课，全面掌握男性健康问题 让你重燃自信
联系微信：1131084518

1、东方性经
2、印度 17 式
3、口交技巧 3 部
4、港台性姿势 3 部
5、365 性姿势 6 部
6、泰国性爱密经 17 式
7、花花公子性技巧 6 部
8、阁楼艳星性技巧 7 部
9、古今鸳鸯秘谱全集 7 部
10、夫妻爱侣情趣瑜伽 2 部
11、古代宫廷性保健系列 14 部
12、汉唐宋元明清春宫图真人
13. 柔软性爱宝典 日本 9800 课
14. 李熙墨 3999 全套课
15. 妖精性爱课 2888
16. 李银河全套性课
17. 领统统性课
18. 德勇男性篇
19. 德勇男性篇
20. 缓慢性爱
21. 亚当多体位搭配篇
22. 亚当多体位结合篇
23. 德勇克服早泄讲座练习
24. 德勇以女性为中心得爱抚
25. 加藤鹰接吻爱抚舌技
26. 加藤鹰指技
27. 加藤鹰四十八手入门
28. 佐藤潮吹教学
29. 佐藤男人体能锻炼+保健品介绍
30. 佐藤男人早泄对抗训练
31. 阿拉伯延时训练

32. 田渊正浩秘籍
33. 异性性快感集中训练教学
34. 自我愉悦锻炼密宗
35. 铁牛全套延时训练课
36. Pc 机锻炼真人视频教学
37. 印度性经全集 8 部
38. 21 世纪性爱指南
39. 香蕉大叔男女训练馆全套
40. 中美真人性治疗教学+理论
41. 女性闺房秘术
42. 幸福玛利亚性课
43. 陈见如何释放性魅力征服
44. 性爱技巧讲座全套
45. 性爱秘籍全套
46. 性爱误区讲座
47. 性病讲解大全
48. 性博士讲座合集
49. 性健康和性高潮合集
50. 性教育讲座合集
51. 性能力课堂合集
52. 性生活问题解析合集
53. 意外怀孕和避孕处理课堂
54. 性感地带探索
55. 性技巧讲座
56. 性健康与性卫生讲座
57. 性生活专家答疑
58. 性心理与性道德合集
59. 性爱宝典合集
60. 性爱技巧合集
61. 完美性爱演示
62. 完美性爱技术讲解
更多精品等你来解锁哦.....

每日免费获取报告

1、每日微信群内分享**5+**最新重磅报告；

2、每日分享当日**华尔街日报**、金融时报；

3、每周分享**经济学人**

4、每月汇总**500+**份当月重磅报告

（增值服务）

扫一扫二维码
或加微信：**qidian-j**加入“起点财经”1-040微信群，已有微信群的不用重复添加
备注：**研究报告**

了先进技术、拥有优质市场资源及品牌影响力的企业，也可能进入无人机电力巡检领域分一杯羹，潜在的竞争者不在少数，行业的竞争程度较为激烈。先发优势、技术和品牌优势、地区优势让强者更强。

【投资标的】

广证恒生建议从三个维度关注受益标的：

1）已与国家电网公司或南方电网公司建立良好合作关系，具有先发优势的企业，如易瓦特、臻迪科技、方智科技、中翔腾航、中航智等。

2）在全国甚至世界具备技术和品牌优势，并已在全国多地布局较为完善的产品和服务体系的无人机企业，这类企业或已从事电力巡检无人机业务或正在向电力巡检无人机业务转型，电力巡检无人机业务可受益于企业其他无人机业务的协同优势，如威海广泰、大疆创新、易瓦特、臻迪科技、科比特等。

3）在电力巡检需求大的省份或地区具备一定地区优势，积累了一定客户资源和品牌知名度的地区性强势企业，这类企业可以在稳固本区域业务的同时，在周边地区拓展业务，如飞翼航空等。

主板企业中，关注威海广泰（002111.SZ）等；新三板企业中，关注易瓦特(834809.OC)、臻迪科技(837335.OC)、方智科技（837335.OC）等；非上市企业中，关注大疆创新、科比特、中航智等。

目录

1 刚性需求：我国电网密布，电力巡检保障电力可靠性 5
1.1 我国已建成六大电网，连接电力供应地与需求地 5
1.2 我国用电量与发电量均稳步上升 5
1.3 电网线路正常运行关系国计民生，电力安全性、可靠性愈发重要 6
1.4 电力巡检工作量和工作成效的要求“水涨船高” 7
2 历史沿革：电力巡检从孤军作战到协同发展，无人机巡检崭露头角 8
2.1 电力巡检方式从孤军作战到协同发展 8
2.2 人工巡检、载人直升机巡检各有优劣 9
2.3 无人机巡检多方面比人工巡检、载人直升机巡检更胜一筹 10
3 独特优势：电力巡检无人机用途广泛，各机型“术业有专攻” 11
3.1 无人机可用于精细巡检、定点巡检、范围巡检、其他巡检 11
3.2 无人直升机、固定翼无人机、多旋翼无人机“术业有专攻” 13
3.3 无人直升机、固定翼无人机、多旋翼无人机各有千秋 14
3.4 电力巡检无人机产业链分为上游研发制造，中游销售，下游服务 14
4 市场前景：技术和政策有望撬动电力巡检无人机 50 亿级刚性粘性市场 15
4.1 技术先行——保障无人机电力巡检效率和成果的根基 15
4.2 政策催化剂——助电力巡检无人机行业如虎添翼 20
4.3 天高任“鸟”飞——2018 年电力巡检无人机市场规模有望超 50 亿 22
5 竞争格局：参与者众多，优秀企业各具特色 26
5.1 竞争较分散和激烈，先发优势、技术和品牌优势、地区优势让强者更强 26
5.2 投资标的 27
5.2.1 主板相关标的：威海广泰收购全华时代，民用无人机爆发可期 27
5.2.2 新三板相关标的：易瓦特、臻迪科技领跑 28
5.2.3 未上市公司：跑马圈地，呈现“多强”局面 32

图表目录

图表 1 我国已建成六大跨省区电网 5
图表 2 我国电力消费月度走势图 5
图表 3 我国 2013 年-2016 年发电量稳步上升 6
图表 4 我国新增 220 千伏及以上线路长度 6
图表 5 电力安全可靠性管理工作的指导思想 7
图表 6 从具体巡检内容看电力巡检的部分任务需求 7
图表 7 从可见光检测和红外光检测看电力巡检的部分任务需求 8
图表 8 电力巡检的三种方式：人力巡检、载人直升机巡检、无人机巡检 8
图表 9 我国无人机电力巡检发展回顾 9
图表 10 人工巡检与载人直升机巡检方式对比 9
图表 11 无人机在电力巡检中的工作流程 11
图表 12 无人机相对于人工巡检、载人直升机巡检的优势 11
图表 13 无人机可用于精细巡检、定点巡检、范围巡检、其他巡检 12
图表 14 无人机电力巡检部分项目一览 12
图表 15 无人机按机身构造可为无人直升机、固定翼无人机、多旋翼无人机 13
图表 16 电力巡检无人机常用机型介绍 13
图表 17 无人直升机、固定翼无人机、多旋翼无人机优势和局限性一览表 14
图表 18 电力巡检无人机产业链：上游研发制造，中游销售，下游服务 15
图表 19 无人机有效专利申请情况、国家电网公司有效专利申请数 16
图表 20 电力巡检无人机技术要求：适用性、稳定性、安全性 16
图表 21 部分电力巡检无人机机型技术参数比较 18
图表 22 推动电力巡检无人机行业发展的四类政策或规定性文件 21
图表 23 电力巡检无人机行业政策及公司规定一览表 21
图表 24 电网基本建设投资完成额（累计值，亿元） 22
图表 25 2018 年-2020 年电力巡检无人机市场规模预测 23
图表 26 南方电网公司未来三年电力巡检无人机作业计划 24
图表 27 2014 年-2015 年国家电网无人机采购数量（架） 25
图表 28 无人机民用领域需求分布结构图 25
图表 29 电力巡检无人机主要标的一览表 27
图表 30 威海广泰 2007 年-2016 年第三季度营业收入与归母净利润 28
图表 31 全华时代运用无人机产品、全华时代无人机进行电力巡检 28
图表 32 易瓦特 2013 年-2016 年上半年营业收入及归母净利润 29
图表 33 臻迪科技 2013 年-2016 年上半年营业收入及净利润 31
图表 34 2014 年-2016 年上半年方智科技营业收入及净利润 31
图表 35 科比特航空无人机巡检系统可用于日常巡检、故障巡检、应急巡检 33
图表 36 大疆无人机：经纬 M600PRO、PHANTOM3 PROFESSIONAL 33
图表 37 天途电力巡检无人机 34

1 刚性需求：我国电网密布，电力巡检保障电力可靠性

1.1 我国已建成六大电网，连接电力供应地与需求地

我国电力资源供应地大都集中在西部，而电力需求所在地主要是东部和南部地区，庞大和复杂的电网体系成为连贯东西、贯穿南北的国民经济重要通道。**“十二五”期间，我国电网建设快速发展，规模已跃居世界首位。**目前我国已经建成了南方、西北、华东、华中、华北和东北这六大跨省区电网，输电线路总长度超过了 115 万千米，500kV 及以上的输电线路已成为各区电网输电主力。

图表 1　我国已建成六大跨省区电网

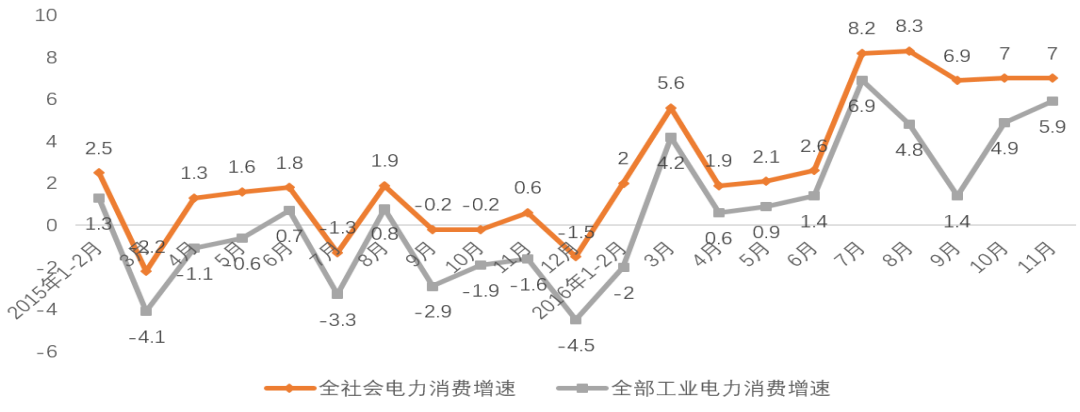
数据来源：国家电网，广证恒生

1.2 我国用电量与发电量均稳步上升

我国电力消费需求（用电量）与电力消费供给（发电量）均稳步上升。

2016 年 1-11 月份，全社会用电量同比增长 5.0%，比上年同期加快 4.3 个百分点。2015 年全部工业电力消费以负增速居多，而 2016 年全社会电力消费增速与全部工业电力消费增速基本都为正，反映出 2016 年 3 月以来，我国宏观经济向好发展，电力消费需求稳步增长。

图表 2　我国电力消费月度走势图

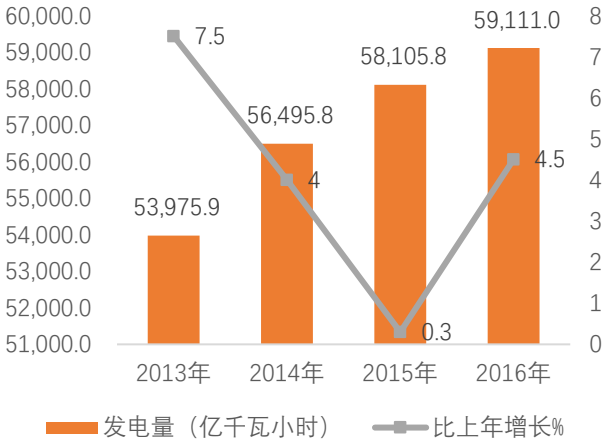


数据来源：国家统计局，广证恒生

与电力消费需求稳步增长相对应，我国发电量近年来保持平稳增加，2013 年-2016 年发电量分别为 53,975.9、56,495.8、58,105.8、59,111.0 亿千瓦小时，同比增速分别为 7.5%、4%、0.3%、4.5%。

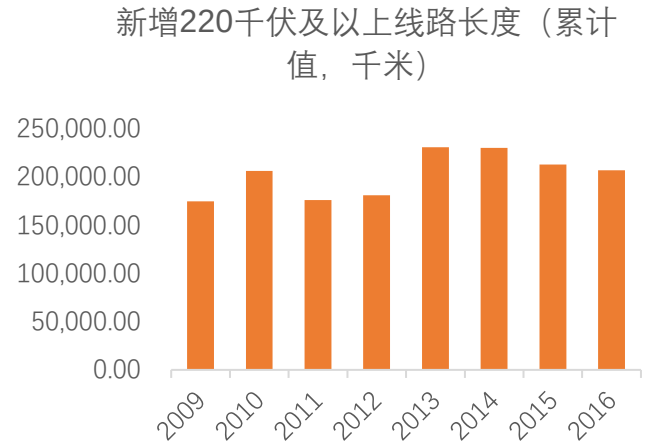
国际咨询机构 GlobalData 报告称，**到 2020 年底，中国的发电量将跳增 51%至 2073 吉瓦（十亿瓦），未来将会继续建设新的输电线路**；到 2020 年，中国输电线路总里程将从 2014 年的 115 万千米增加至 159 万千米以上，以进一步加强全国范围内的供电质量；这同样意味着，**中国输电线路建设的年复合增长率将达到 6%，高于全球 3%的增速**。2014-2020 年，中国新增输电线路总里程数将占全球的 48%，其次是印度和巴西，分别占 21.6%和 4.9%。

图表 3 我国 2013 年-2016 年发电量稳步上升



数据来源：国家统计局，广证恒生

图表 4 我国新增 220 千伏及以上线路长度



数据来源： Wind，广证恒生

1.3 电网线路正常运行关系国计民生，电力安全性、可靠性愈发重要

电力线路的稳定性和可靠性关系着经济和社会的发展，与人们的生活和生产活动密切相关，电网线路出现故障，将会带来不可低估的经济损失。电网容量的增大、电网密度的提升、额定电压等级的提高等均对输电安全性、可靠性提出更高的要求。2016 年由国家能源局等举办的电力可靠性指标发布会指出，2016 年是“十三五”开局之年，要准确把握我国进入经济发展新常态、生态文明建设新阶段和能源生产消费革命新时期、电力行业改革发展面临新任务等趋势，**从能源发展战略和电力安全发展、科学发展的高度认识电力可靠性管理工作的重要性，全面加强电力可靠性管理工作，构建更安全、更高效、更坚强的电网，保障国家能源安全，**适应清洁能源大规模开发和用电多样化需要，为经济社会发展和人民生活水平提高提供良好的电力保障。

随着电力可靠性管理要求的提高，可靠性技术标准建设、可靠性管理信息系统建设、可靠性数据综合利用、将电力可靠性监督管理与电力事故事件调查等专项工作相结合等成为新的电力可靠性工作的重点。

图表 5 电力安全可靠性管理工作的指导思想

一要夯实基础工作，开创电力可靠性监督管理新局面。	二要强化重点工作，实现可靠性监督管理新突破。	三要创新工作理念，服务能源安全生产大局。
•新形势：目前我国电力工业规模及电网复杂程度世界第一，互联网、大数据快速发展。 •要**重新布局、调整、完善可靠性技术标准建设、可靠性管理信息系统建设**等基础工作，从根本上提升可靠性信息的准确、及时、完整性。	•要紧密结合我国电力工业发展特点，适应我国电力发展进入绿色化、**智能化**为主要技术特征的时代要求，在重点领域实现新突破，满足**经济发展对安全可靠供电的新需求**。	•**促进安全工作和可靠性工作有机结合**，进一步**加强电力可靠性监管体系建设**，有计划地**开展可靠性数据综合利用**，**将电力可靠性监督管理与电力事故事件调查等专项工作相结合**，配合做好燃煤电厂超低排放和节能改造等全局性工作。

资料来源：国家能源局，广证恒生

1.4 电力巡检工作量和工作成效的要求“水涨船高”

连接电力供应地和电力需求地的电网，特别是跨区电网和超高压输电线路，有不少处于地形复杂和自然环境恶劣之地，人为和自然环境两大方面的因素随时有可能损害电网电线。长期暴露在野外的电力线、杆塔附件、绝缘子，受到材料老化、腐蚀、雷击闪络、树木放电等自然原因影响而发生倒塔、磨损、断股等损伤和意外，必须及时对其维修保养或更换；人为的偷窃、违章作业等引发电网电线的损坏，也必须及时处理。

电力巡检工作量和工作成效的要求随着电力可靠性要求的提高而提高。我国电网分布密度和广度不断扩大，电力安全可靠性要求有增无减，由于人为和自然两方面破坏电力设施的因素客观存在，为保障用电安全，相关电网公司需要安排正常巡视、特殊巡视、夜间巡视、故障巡视等工作，巡线距离长，工作量大；巡检的主要目的是**及时准确**地发现和处理故障，减少电力故障带来的损失，工作成效要求高。随着电网的日益扩大，巡线的工作量也日益加大，100km 的巡线工作需要 20 个巡线人员工作一天才能完成。

图表 6 从具体巡检内容看电力巡检的部分任务需求

资料来源：中国网，广证恒生

此外，输电线路巡检是一个较为精细的工作。由于部分重要检测对象（比如紧固金具）体积较小，需要红外和可见光双重巡检，所以任务难度较大。无人机可以较全面地完成各种任务——搭载高清相机可以识别松动、损坏等问题；红外测温仪可以检测导线、间隔棒的发热；紫外成像仪可以检测放电、电晕现象。

图表 7　从可见光检测和红外光检测看电力巡检的部分任务需求

设备	可见光检测	红外光检测
导线	断股，异物悬挂	发热点
线夹	松脱	接触点发热
引流线	断股	发热点
绝缘子	闪落迹象、破损、污秽、异物悬挂等	击穿发热
杆塔	鸟窝、损坏、变形、紧固金具松脱、金具被盗	-
耐张管	破损	发热
接续管	-	发热
线路走廊	植被、违章建筑	-

资料来源：《利用无人直升机巡检输电线路》，广证恒生

2 历史沿革：电力巡检从孤军作战到协同发展，无人机巡检崭露头角

2.1 电力巡检方式从孤军作战到协同发展

在我国，国家电网公司和中国南方电网有限责任公司（以下简称“南方电网公司”）承担着全国的电网运营。其中国家电网公司负责 26 个省市，南方电网公司负责广东、广西、云南、贵州、海南等南方五省，我国的电力巡检工作主要由国家电网公司和南方电网公司负责统筹。

早期，我国电力巡检“孤军作战”，以人力巡检方式为主。经过设备、技术的发展，出现了载人直升机电力巡检的方式，2004 年，南方电网公司首次启用直升机巡线，开创了南方电网公司直升机电力作业的新局面。此后，得益于无人机技术的进步和应用的拓展，为了弥补人力巡检、载人直升机巡检的局限性，无人机电力巡检应运而生。**经过多年发展，电力巡检方式从人力巡检“孤军作战”转变为人力巡检、载人直升机巡检和无人机巡检“协同发展”的新局面。**

图表 8　电力巡检的三种方式：人力巡检、载人直升机巡检、无人机巡检

人力巡检

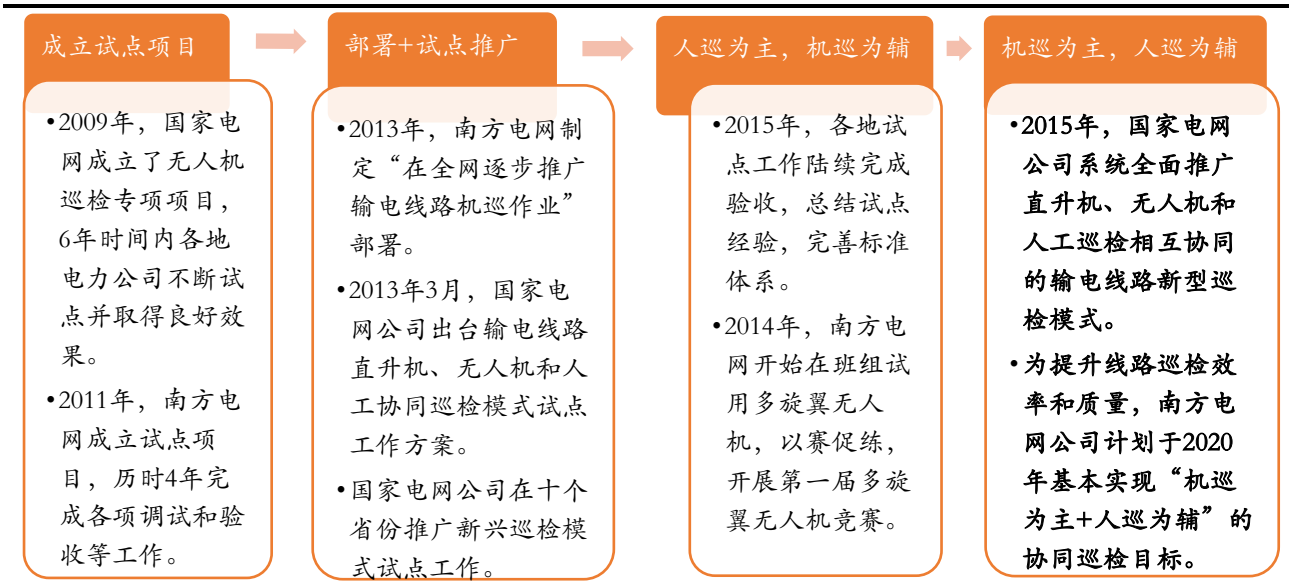
载人直升机巡检

无人机巡检

资料来源：互联网，广证恒生

目前国家电网公司和南方电网公司相关部门正在着力推进无人机班组建设，完善各类保障支撑体系，**前期的试点和推广工作于近两年陆续完成验收，并进行经验总结，为无人机在电力行业的广泛应用做好全面准备工作，无人机将迎来全面推广应用的新阶段。**2015 年，国家电网公司系统全面推广直升机、无人机和人工巡检相互协同的输电线路新型巡检模式；南方电网公司计划于 2020 年基本实现“机巡为主+人巡为辅”的协同巡检目标。

图表 9 我国无人机电力巡检发展回顾



资料来源：互联网，广证恒生

2.2 人工巡检、载人直升机巡检各有优劣

图表 10 人工巡检与载人直升机巡检方式对比

	人工巡检	载人直升机巡检
应用	巡检人员行进于线路走廊内，到达杆位后在杆塔下使用望远镜和手持红外检测仪器，自下而上地对杆塔进行巡视，或者登上铁塔采用电场检测仪等设备对绝缘子进行检测。	巡检人员利用直升机作为平台，使用可见光及红外热像仪等巡检设备对输电线路进行巡视检查。直升机可开展线路常规巡视和状态巡视、灾情普查和应急抢险等工作，巡检对象主要为特高压、跨区直流和 500 千伏及以上重要线路。
优势	(1) 巡检人员到达现场，可以对输电线路隐患和缺陷进行近距离观察，能够得到输电线路的准确运行状态。 (2) 比较容易发现杆塔塔基缺陷、塔材丢失等隐患。 (3) 即使大规模普及了直升机、机器人巡检，人工干预以及人工现场复检	(1) **迅速快捷、单次巡检效率高。**正常的直升机巡检速度在 20~40 km/h，是人工效率的几十倍，即使进行的精细作业方式，直升机巡视速度也有 6~8 km/h。除飞行驾驶员以外，只需要 2~3 名技术人员便可进行输电线路巡检。 (2) **在输电线路的巡视路线上不受地域限制。**直升机可以方便地穿山越岭，跨林区沼泽湖泊。 (3) **巡检质量高。**目前直升机上都配备了先进的巡检设备，并且可以近距离地接近输电线路，可以方便有效地发现输电线路导地线断股断线、金具松动发热、绝缘子损坏等缺陷；另外还可以利用先进的三维扫描仪器进行输电线路走廊的三维扫描，全面地观察线路走廊内妨碍输电线路运行的一些障碍物，为输电线路的设计

	都是不可或缺的。 (4) 政策的管制较少。	和运行维护提供重要参考。 (4) **巡检安全性高。**输电线路杆塔高度一般都在几十米，特高压杆塔高度达到一百米以上，人工登杆近距离观察危险性很高，直升机巡视可以避免这种人工登高作业。而且目前巡检用的轻型载人直升机可靠性很高，国外应用很广泛，事故发生率极低。
不足	(1) 输电线路走廊地形环境复杂，沿线部分区段几乎没有巡视道路。**传统的人工巡检方式，随着电压等级的提高、输电线路的增长，其巡检时间、巡视费用、劳动强度和风险必将大幅度增加。** (2) 由于人员素质参差不齐，漏检误检事件时有发生，使得巡检效率极其低下。	(1) **需设临时起降点。**载人直升机对起降点有特别的要求，输电线路一般距离机场较远，因此需要在输电线路附近设立临时起降点。 (2) **可选机型有限。**就直升机的带电作业性能来讲，目前国际权威机构认可，通过等电位充电试验和过电压工频闪络放电试验，可以进行带电作业的机型只有贝尔 206 系列和 MD500E 系列，可带电作业机型的选择范围有一定的局限性。 (3) **成本高。**购买、维护、保养直升机以及驾驶员聘用开支巨大。 (4) **政策管制，出勤率低。**载人直升机巡检属于通用航空飞行的范畴，而且是超低空飞行，由于低空领域是受国家管制的，这种巡检方式必须获得飞行管制区管制部门的批准，而且每次巡检都要预先提出申请，批准后方可实施；由于输电线路错综复杂，如果出现待巡检输电线路穿越不同的飞行管制区间时，就需要中国人民解放军空军部门的批准。**民用航空空域使用权协调困难，使我国目前载人直升机巡检出勤率较低，致使年巡检效率低下，很难达到电力部门的巡检要求。**

资料来源：《几种输电线路巡检方式的比较——浅析无人直升机巡检的优势》，广证恒生

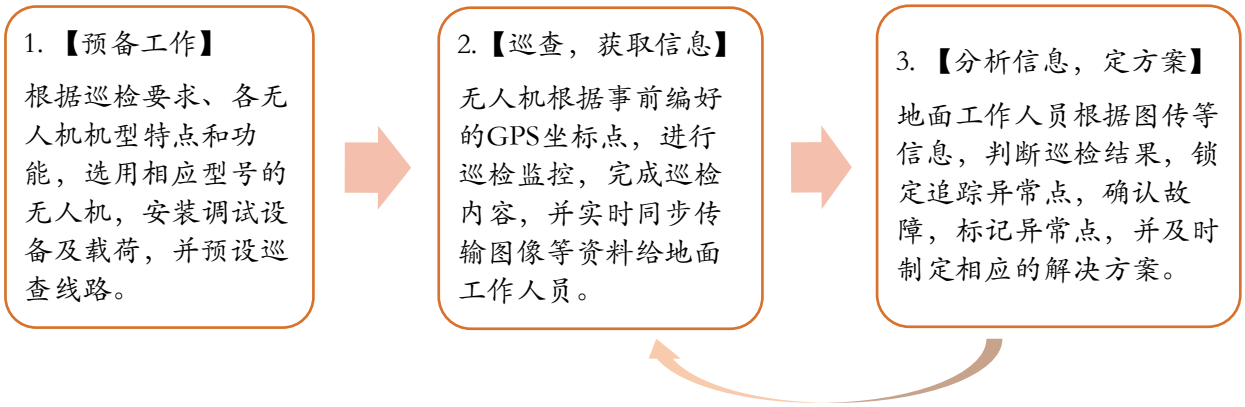
相较于人力巡检，载人直升机的安全性和单次巡检效率更高、巡检质量更好、巡检人员的劳动强度更低，且可以突破地域和自然环境的限制；但载人直升机的出勤率更低，由购买、维护、保养直升机和聘用专业飞行员等构成的总成本更高，需要在输电线路附近设立临时起降点，且由于“载人”而无法完全保障飞行员的安全，低空领域的管制和繁杂的审批程序增大了载人直升机这一巡检方案的实施和推广难度。

2.3 无人机巡检多方面比人工巡检、载人直升机巡检更胜一筹

无人机是无人驾驶飞机的简称（Unmanned Aerial Vehicle），是利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置的不载人飞机。从某种角度来看，无人机可以在无人驾驶的条件下完成复杂空中飞行任务和各种负载任务，同时与成像设备等部件结合能够拓展应用场景，被看做是“空中机器人”，本文主要介绍具备无人机巡检系统，可搭载相关设备，用于电力巡检的无人机。

无人机在执行电力巡检工作时，有三步工作流程，无人机的主要功能是替代工作人员完成脏累差的信息采集工作——替代工作人员到“需要的地方”（预先设定好的 GPS 坐标点）去采集“需要的信息”（如故障点），无人机可以围绕目标进行 360 度零死角全方位拍摄，快速、准确地传达给地面工作人员，供他们作分析、判断、制定解决方案，减少工作人员劳动强度，提高电力巡检工作效率和安全性。

图表 11 无人机在电力巡检中的工作流程



资料来源：广证恒生

在电力巡检领域，人力巡检、载人直升机巡检、无人机巡检在某种程度上互为替代品。**无人机电力巡检方式可以较好地突破人力巡检及载人直升机巡检的局限——与人力巡检和载人直升机巡检相比，无人机巡检有着机动灵活、安全性高、成本低、环境要求低、便于携带和运输等独特优势。**

随着技术的成熟，无人机将成为输电网巡线更为有效的工具，无人机合理配置资源、提高电力巡检总效率的优势将不断显现，人力巡检和载人直升机巡检对无人机巡检的替代作用将变得越来越小。

图表 12 无人机相对于人工巡检、载人直升机巡检的优势

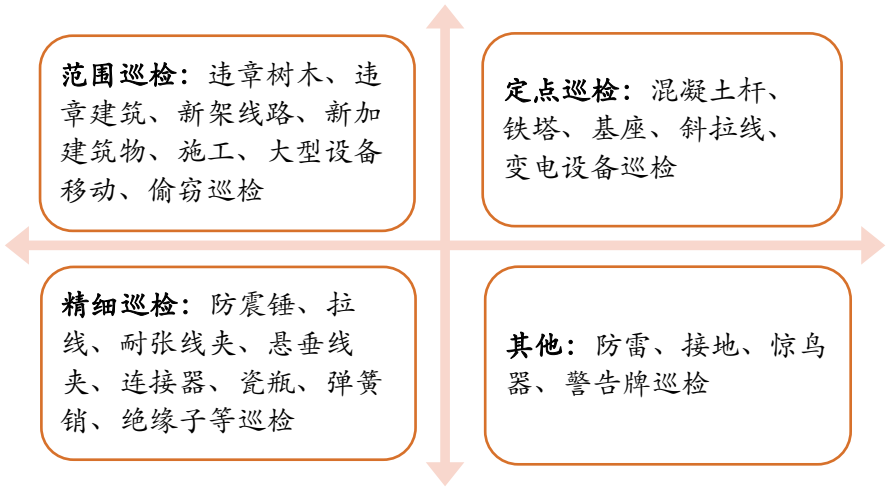
总效率高	•相关信息表明无人机巡线比人工巡线效率高出40倍，且可以保证一定的出勤率。 •许多工作能在完全带电的情况下迅速完成，及时发现故障点，保障安全供电。
机动灵活	•无人机飞行精度高，可长时间前飞、后飞、侧飞、盘旋、悬停等，可以利用空中优势，以全视角360度巡线，巡检无盲区，及时提供输电线路运行情况的准确信息。
安全性高	•在各种复杂地形、恶劣环境、灾害天气下也可工作，即使发生了飞行意外也不会造成飞行员的直接伤亡。
成本低	•无需繁杂的审批程序，降低时间成本。 •人员成本及机器成本总和低于人力巡检成本和载人直升机巡检成本。
环境要求低	•无人机可垂直起飞和降落，无需任何辅助装置，不需要专门的机场和跑道，对环境要求极低，可在野外随处起飞和降落。

资料来源：互联网，广证恒生

3 独特优势：电力巡检无人机用途广泛，各机型“术业有专攻”

3.1 无人机可用于精细巡检、定点巡检、范围巡检、其他巡检

图表 13 无人机可用于精细巡检、定点巡检、范围巡检、其他巡检



资料来源：北极星电力网，广证恒生

图表 14 无人机电力巡检部分项目一览

时间	地方	电力巡检
2017.03	国网天津电力公司	工作人员在重点保电线路，使用无人机巡查线路设备，全力确保全国两会期间，天津电网对北京输电线路的安全稳定运行。
2017.03	国网重庆江北供电公司	公司周密部署春检工作，定制了无人机巡检专项方案，夯实春检基础，提高江北电网供电可靠性。
2017.02		安徽省定远县普降大雪，当地电力部门立即启动冰雪灾害天气应急预案，组织专业人员运用多旋翼无人机对 220 千伏定桑高铁供电线路进行巡视检查，确保 2017 年春运期间高铁行车安全供电。
2017.02	湖南常德供电公司	出动一只无人机巡检小组排查 220 千伏黄善线 AC 相故障跳闸，经过 1 小时巡检，**无人机精准查找到线路故障点**。
2017.02	浙江丽水供电公司	浙江丽水供电公司利用无人机成功处理高压线路隐患。
2017.01	国网湖北宜昌供电公司检修分公司	利用无人机对位于三峡坝区的 500 千伏属地化输电线路进行安全巡检，确保三峡电力外送安全。
2016.12	云南电网云南电网公司	首次应用同时搭载可见光照相机和红外热成像相机吊舱的双通道大型多旋翼无人机开展电力巡检作业。
2016.10	国网山西电力检修公司	采用无人机巡检 1000 千伏特高压长治—南阳线山西境内线路，此次该公司巡检杆塔 229 基，线路总长度 116 千米，飞行 245 分钟，发现一般缺陷、隐患 43 处，针对缺陷采取防范措施。
2016.11	国家电网天津蓟州供电公司	“无人机”助阵山区电力巡线，效率可以提高两倍，同时弥补了使用望远镜巡视的盲区，**工作人员一年巡视可以少爬 50 多座山头**。
2016.11	济南供电公司	伴着大风济南迎冬初雪，电网安全稳定运行遭遇考验，济南供电公司及时启动恶劣天气，开展雪后线路、变电站特巡，同时启用无人机、机器人协助巡线，确保了电网安全稳定运行。
2016.10	国网北京市电力公司	首次推行配电网无人机巡检作业，有效解决了山区电网巡视难度大和地面巡视死角问题，提高了工作效率。

资料来源：互联网、广证恒生

3.2 无人直升机、固定翼无人机、多旋翼无人机“术业有专攻”

目前，我国电力巡检主要包括人工巡检、载人直升机巡检、无人机巡检三大体系。其中用于巡线作业的无人机，属于工业级无人机，按照机身构造又分为无人直升机、固定翼无人机、多旋翼无人机。

图表 15 无人机按机身构造可为无人直升机、固定翼无人机、多旋翼无人机

无人直升机

固定翼无人机

多旋翼无人机

资料来源：互联网，广证恒生

在电力巡检中，无人直升机适用于中等距离的多任务精细化巡检或适用于短距离的多方位精细化巡检和故障巡检，固定翼无人机应用于适用于大范围或小范围通道巡检、应急巡检和灾情普查，多旋翼无人机则主要负责精细巡检，各机型“术业有专攻”。

图表 16 电力巡检无人机常用机型介绍

机型	无人直升机		固定翼无人机		多旋翼无人机
	中型直升机	小型直升机	中型固定翼	小型固定翼	
特点	空机质量大于 7kg 且小于等于 116kg	空机质量小于等于 7kg	空机质量大于 7kg 且小于等于 20kg	空机质量小于等于 7kg	可分为四、六、八旋翼
应用范围	适用于**中等距离的多任务精细化巡检**。	适用于**短距离的多方位精细化巡检和故障巡检**。	适用于**大范围通道巡检、应急巡检和灾情普查**。	适用于**小范围通道巡检、应急巡检和灾情普查**。	小型中型旋翼机主要任务是塔体的**精细巡检**，其中小型多旋翼主要用于运输车辆 3km 以内的单塔和多塔巡检，一般一次巡检 1-2 塔。可代替人员登杆。
	可以悬停于杆塔上方，适合对杆塔进行扫描，能够获得较清晰的影像。		以线路通道巡检为主，适用于对线路走廊、杆塔倾斜、地质环境变化、线下树木、风筝、鸟巢、违章作业等大尺度对象的巡视。		
巡航速度	30~120km/h		80~140km/h		
抗风能力	6 级		>6 级		一般为 3～4 级风

动力、续航能力	以 93 或 97 汽油为动力，油动无人机的续航时间长（一般续航能力在 1~1.5 h），载荷量大，能够进行长时间大面积作业，但操控要求高，价钱昂贵	续航时间一般大于等于 2 小时	续航时间一般大于等于 1 小时	目前均为电动，其中电动优点在于稳定，对平台震动小，电动机寿命长等，缺点为续航时间过短（一般为 15—30 分钟）
载重能力	载重量约为 10~30 kg	载重大		载重量约为 3.5~12 kg
悬停方式	空中定点悬停	空中盘旋，无法悬停		可自由悬停
起降场地	起降受场地限制少	起降受场地限制		不需要特别的起飞场所

资料来源：《无人机在电力巡线中的应用》，《架空输电线路无人机巡检系统配置导则》，广证恒生

3.3 无人直升机、固定翼无人机、多旋翼无人机各有千秋

图表 17 无人直升机、固定翼无人机、多旋翼无人机优势和局限性一览表

	无人直升机	固定翼无人机	多旋翼无人机
优势	(1) 无人直升机可以实现自动驾驶和空中定点悬停，能够按照预先规划对复杂线路进行沿线巡检，对疑似故障点进行定点检测。 (2) 机型选择范围广，巡检部门可以根据不同重量的巡检设备和巡检范围，选择不同载重量和续航时间的无人直升机机型。 (3) 电力部门无人直升机的持有成本远低于载人直升机，人员培训、设备维护方面的优势为将来无人直升机在电力系统中的大规模配置提供了可能。 (4) 由于良好的机动性和灵活性，且政策管制少（重量在 116 公斤以上的无人机才直接归民航局管理），无人直升机出勤率远高于载人直升机，只要天气条件允许，随时可以升空巡检。	航程远、飞行高度较高（几千米到上万米）	(1) 成本低，小巧轻便，操作简单 。 (2) 傻瓜式的飞行控制：使用自动驾驶仪全自主执行全部命令，包括起飞、爬升、航线飞行和着陆，能自由悬停。
局限性	续航时间短，操控和维护有一定难度；发现疑似故障点时，可能需要降落直升机，更换其他设备进行复检；结构复杂，故障率高。	起降受场地限制，无法悬停。	操控距离较近（一般几公里范围内），飞行高度较低（几百到上千米）。

资料来源：《几种输电线路巡检方式的比较——浅析无人直升机巡检的优势》，互联网，广证恒生

3.4 电力巡检无人机产业链分为上游研发制造，中游销售，下游服务

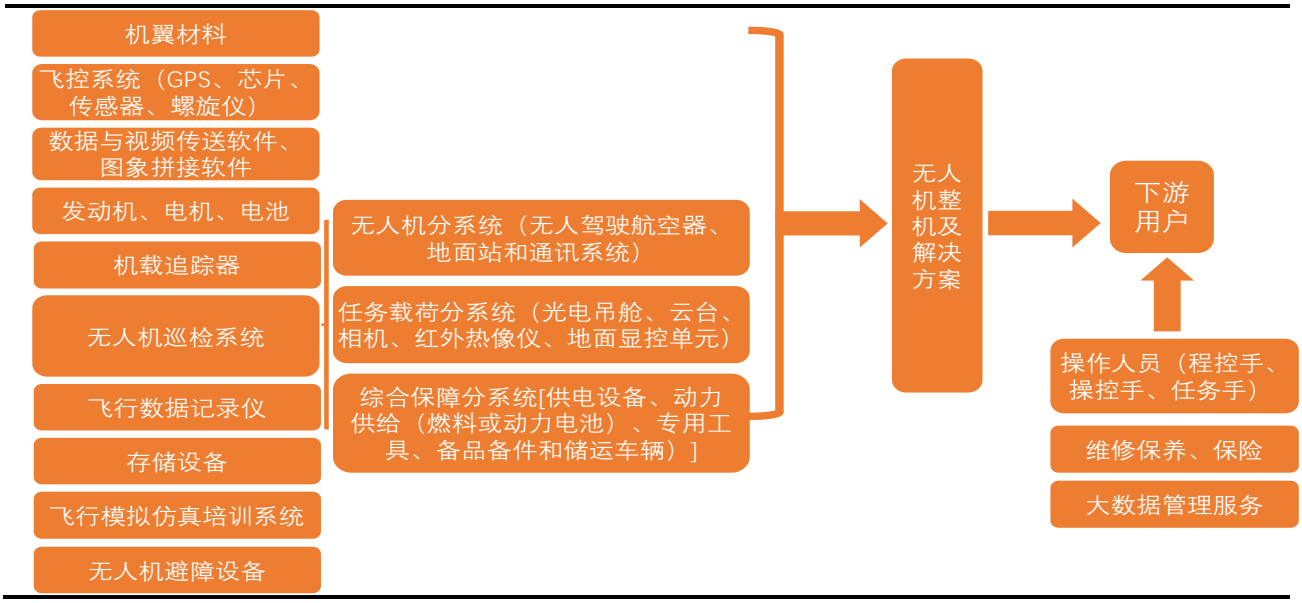
电力巡检无人机产业链分为上游研发制造，中游销售整机和解决方案，下游提供维修保险、培训操作人员等服务。下游客户国家电网公司、南方电网公司及各分公司等是电力巡检无人机软硬件及相关服务的主要需求方，而提供电力巡检无人机研发制造、销售、服务的企业众多，竞争较为激烈（详见下文）。

电力巡检无人机产业买方较集中，势力较强。

一方面体现为买方在议价能力和产品要求上具有主导权，产品的采购方式以招标为主，产品要求由买方制定，买方对招标商的研发技术积累、产品性能可靠性、过往销售业绩和年限等都提出了较高的要求，**卖方需要及时了解和满足买方的需求，凭借过硬的产品和专业的服务满足买方的准入标准和招投标要求，争取更多的订单和市场份额。需求方的特性决定了对供给方机器与服务的需求粘性，已与国家电网公司及南方电网公司建立良好合作关系的企业具有先发优势。**

另一方面体现在回款期上，一般，无人机企业需先交付货物和提供服务后再收款，需要自行垫付一定费用，且国网电力公司等属于国有大型企业，货物验收、付款审批流程环节较多、时间较长，从发货到收款的周期约为 3-6 个月，**无人机公司在回收应收账款方面处于较被动的地位，相关企业可能因为资金到账的时滞而错失部分市场的先机，故某种程度上，可利用多种方式筹措资金的企业更有持续发展优势。**

图表 18 电力巡检无人机产业链：上游研发制造，中游销售，下游服务



资料来源：《架空输电线路无人机巡检系统配置导则》，广证恒生

4 市场前景：技术和政策有望撬动电力巡检无人机 50 亿级刚性粘性市场

4.1 技术先行——保障无人机电力巡检效率和成果的根基

➢ **电力巡检无人机关键系统介绍**

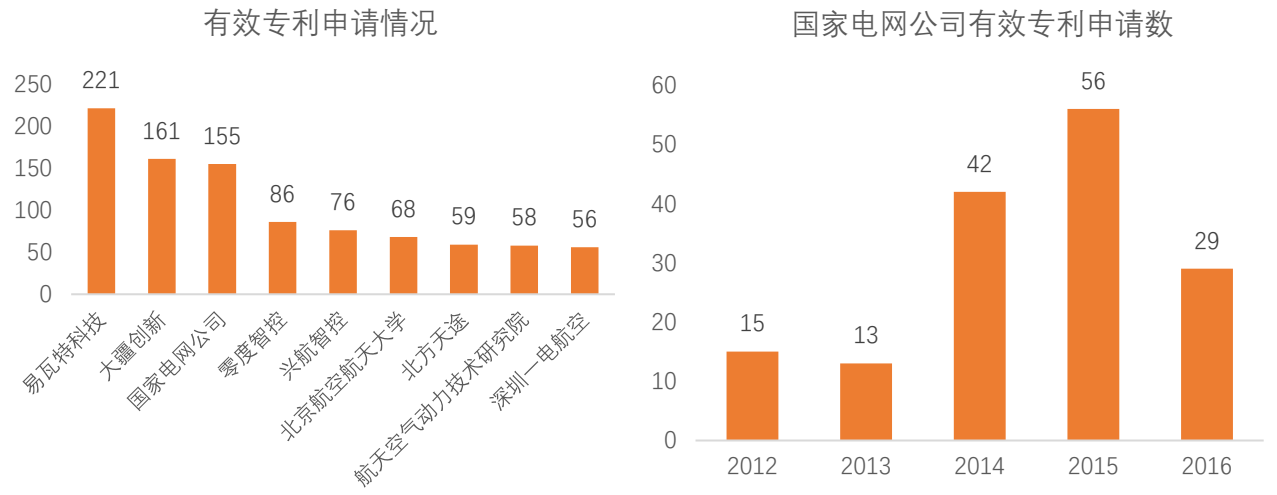
用于电力巡检的无人机有飞控系统、动力系统和巡检系统这三大核心技术。飞控系统是飞行管理与控制系统的简称，可看作无人机的“大脑”，对无人机的稳定性、数据传输的可靠性、精确度、实时性等都有重要影响，对其飞行性能起决定性的作用。动力系统为无人机提供动力支持，直接影响无人机的续航时间。无人机巡航系统则指利用无人机搭载可见光、红外等检测设备，完成架空输电线路巡检任务的作业系统，包括无人机分系统（通过遥控指

令完成飞行任务的无人机系统）、任务载荷系统（完成检测、采集和记录架空输电线路信息等特定任务功能的系统）、综合保障系统（保障无人机巡检系统正常工作的设备和工具的集合）。

➢ **国家电网公司有效专利申请数位居前列，提供强劲技术基础，反映迫切需求**

我们通过在伯腾科技搜索无人机、无人飞机、无人驾驶飞机、无人飞行、无人驾驶飞行等关键词，筛选出对应的“有效专利”，并累加统计数据，可以发现，无人机电力巡检龙头易瓦特科技以及无人机电力巡检的主要需求方国家电网公司在有效专利申请数方面处于领先水平，**无人机电力巡检的迫切需求激起研发端的持续投入，研发端的投入助无人机电力巡检技术不断成熟、落地、试验、推广。国家电网公司 2015 年有效专利申请数达到近五年来的顶峰，无人机电力巡检在技术端已经有了至少 5 年的技术准备，爆发可期。**

图表 19 无人机有效专利申请情况、国家电网公司有效专利申请数

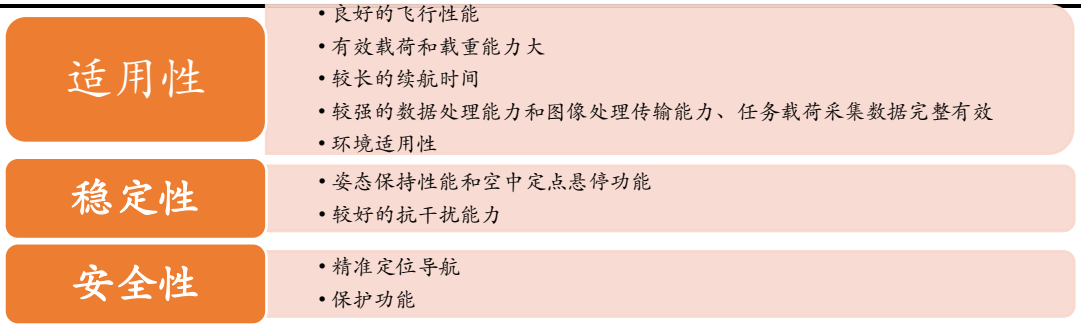


资料来源：伯腾科技，广证恒生

➢ **电力巡检无人机关键技术：日渐成熟，降低成本，规模推广**

用于电力巡检的无人机技术要求主要包括适用性、稳定性、安全性要求，**目前优秀的无人机企业基本已经研制出满足各技术要求的无人机，技术不断成熟，将进一步推动成本下降和无人机应用的全面商业化复制推广。**

图表 20 电力巡检无人机技术要求：适用性、稳定性、安全性



资料来源：广证恒生

1. 适用性技术要求

良好的飞行性能：最大飞行速度、最大巡航速度、最大航程、飞行半径等为电力巡检无人机的部分最基本性能，目前，各型号无人机的飞行性能指标参数有一定的区分度，买方可根据不同的电力巡检要求进行选择。

有效载荷和载重能力大：在电力巡检过程中，出于作业要求，无人机需要配备高像素可见光相机、红外热像仪、紫外成像仪和光电吊舱等任务载荷，要求无人机有较强的有效载荷能力。目前，在机翼材料方面，碳纤维材料可以有效减轻重量，提高航程，更可以在不增加原有电机功率的情况下，提高无人机的载重能力。

较长的续航时间：电力巡检按巡线范围可大致分为范围巡检、定点巡检、精细巡检、其他巡检，按巡检路线可分为单向巡检和双向巡检。而高压输电线路杆塔之间的距离一般较长，且双向电力巡检需要考虑返程时间，如果无人机不能保障较长的续航时间，将难以高效率地胜任范围巡检、双向巡检等任务。

2015 年以来，氢燃料电池的技术发展提升无人机续航能力。氢燃料电池相比于目前广泛采用的锂电池，续航优势明显，锂电池多轴无人机普遍续航在 30-60 分钟左右，而氢燃料电池续航时间可超过 4 个小时。此外，锂电池要花不少时间充电，电池性能随使用时间增长会有所下降，而氢燃料电池加注氢气时间短，生命周期内性能衰减小。2016 年，科比特航空发布了全球首款产品化的氢燃料电池无人机——Hydrone-1800，该多旋翼无人机采用了氢燃料电池，续航时间长达 273 分钟，约 4 个多小时，迈出了“无人机+氢燃料电池+超长航时”的第一步。未来，随着技术的发展，若氢气的安全问题得以有效解决、综合成本进一步下降，氢燃料电池有望批量地运用于无人机动力系统，缓解无人机载重与续航时间之间的此消彼长的矛盾——在保证载重的情况下，长航时无人机将得以生产和推广。

较强的数据处理能力和图像处理传输能力、任务载荷采集数据完整有效：无人机可以搭载不同的任务载荷实现特定功能，应用于电力巡检、遥感测绘、航拍娱乐、消防警卫、森林防火等行业，核心功能之一是采集数据和信息，供工作人员研读、分析、判断，形成对应的解决方案。任务载荷的性能对整个无人机巡检系统的采集结果有重要的影响，这要求相关的载荷设备能有效识别关键目标，并在无人机有限续航时间内，尽可能多得采集可识别的有效信息，并可满足后期数据处理的要求，为工作人员迅速准确地发现电力故障点助一臂之力。

如大疆创新的经纬 M600Pro 可以搭载 30 倍光学变焦结合 6 倍数码的禅思 Z30 变焦云台相机（如在风力电力巡检中，通过 30 倍光学变焦，可以从更多角度看到观测到风机塔筒、叶片及涡轮机的所有部位，可以与风机保持 20 至 30 米的安全距离，通过“指点变焦”功能，快速、准确地捕捉画面细节），或者是拥有全球知名 FLIR 热成像相机的禅思 XT，从而在不同的场景下可以顺利完成巡检工作。

环境适用性：我国不少电网分布在地形复杂，气候恶劣的地区，要求用于该部分电力巡检的无人机能在高海拔、高温或低的温特殊天气、低气压环境、大风环境下依然保持安全工作能力。近年来，一些企业已研制出在环境适用性上具有优良性能的无人机，如易瓦特的 EWZ-

IB 无人直升机可在低至-35℃和高至 55℃的温度中工作；大疆创新的 DJI Phantom 3 professional 最大飞行海拔高度为 6000 m，可胜任高海拔的任务；许多电力巡检无人机都可以在 6 级风下正常工作。

2. 稳定性技术要求

姿态保持性能和空中定点悬停功能：在电力巡检作业中，无人机需起飞到目标的杆塔、疑似点处，克服不稳定气流和风向的影响，在空中悬停和保持一定的飞行姿态，以便更好地巡检、更清晰完整地采集相关图像。无人直升机与多旋翼无人机已具备空中定点悬停功能。

较好的抗干扰能力：一是不被存在于电力线路和杆塔周围的强电磁场干扰传输信号的能力，此处的传输主要指无人机与地面基站的双向数据和信息的快速、远距离传输。二是不干扰电力线路和杆塔周围强磁场正常工作的能力。如科比特伏翼 E6 六旋翼无人机具备 A 级抗电磁干扰能力。

3. 安全性要求

精准定位导航和保护功能：如大疆创新的 DJI Phantom 3 professional 内置 GPS 及 GLONASS 双卫星导航系统，具备低电量报警、低电量返航和失控保护等功能；科比特伏翼 E6 六旋翼无人机具备失控返航功能。

除上述技术方面的要求外，还有高性价比要求——现行无人机电力巡检领域技术较为成熟，降低成本同时又具备过硬技术的无人机企业，将在定价上取得更多主动权，更容易满足买方的招标要求，争取更多市场份额。

图表 21 部分电力巡检无人机机型技术参数比较

技术参数	易瓦特	中航智	飞翼航空	威亨国际	臻迪科技	大疆创新		科比特	北方天途	智能鸟
型号	EWZ-IB	T333	无人直升机巡检系统	XH-2	隼 1-2000	PowerQuadII	DJI Phantom 3 professional	经纬 M600 Pro	伏翼 E6	TTA 天途 M8FA	KC2000
类型	无人直升机	无人直升机	无人直升机	无人直升机	四旋翼	四旋翼	四轴无人机	六旋翼	六旋翼	八旋翼	三角翼
尺寸	2300*600*750mm	机长 5.4 m	2400*650*750mm	机长 2500 mm		786*786*535 mm		1668*1518*727 mm			机长 1.08m
重量	自重 35kg，最大起飞重量 71kg	空机 1200 kg,起飞重量≤ 3000 kg	自重 24kg，最起飞重量≤ 45kg		机身 2.65g，起飞重量≤ 5.55kg	起飞重 12.8Kg	重量（含电池及桨）1.28kg	重量（含 6 块电池）9.5 kg		起飞重量≧ 25kg	起飞全重 9kg

量大载荷重量	36kg（含油）	1500 kg	20kg	10kg	2kg	5Kg		15.5 kg		5kg	2kg
工作环境温度	-35℃~55℃		-30℃~+50℃		-30℃~40℃	-20℃～+55℃	0℃~40℃	-10℃~40℃		-25℃~+50℃	
最大飞行海拔高度	5000m		1000m	1850 m	1000 m	1000m	6000 m	2500m~4500 m		1000 m	
风力环境	6 级		6 级	6 级	6 级	6 级		5 级		6 级	6 级
悬停精度	±0.2m(无风)						垂直：±0.1 m,水平：±1.5 m	垂直：±0.5 m，水平：±1.5 m	定位精度：水平：±1.5m，垂直：正负0.8m		
最大飞行速度		300 km/h		80 km/h			57.6 km/h（水平）	65 km/h（水平，无风环境）		10m/s	
最大巡航速度	150km/h				15m/s	15m/s				6m/s	110km/h
最大航程	350km		50km，跨山航程距离 30km							16km	450km
飞行半径		任务半径400km		作业半径≤25 km	3km	最大控制半径5km	遥控距离可达3 km			5km	控制距离 20km
最大续航时间	240min	30 小时（200kg 载重）	100min	60min	飞行时间＜50分钟/块电池	空载时≥50 分钟，标准任务载重时≥40 分钟	约 23 分钟	无负载：32 min，负载 6 kg：16 min	常规 45min	60min	4 小时

资料来源：公司官网，广证恒生

4.2 政策催化剂——助电力巡检无人机行业如虎添翼

在政策层面，推动电力巡检无人机行业发展的政策或规定性文件主要分为四类。

由于无人机行业是高端装备制造业的重要组成部分，且与航空装备制造业密切相关，所以**第一类为推动高端装备制造业、航空装备制造业、无人机行业发展的政策。**国务院出台了《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》以及《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020）》等一系列文件，明确了要加大培育高端装备制造产业等七大战略性新兴产业，并**将航空装备、智能制造装备列为高端装备制造产业的重点方向，将航空产业列入国家战略性新兴产业发展重点方向**，引导支持航空装备制造业和相关产业做大做强，为高端装备制造业、无人机产业发展创造了良好的政策环境。

第二类为无人机行业监管的相关政策。近年来无人机行业监管趋于明朗，主要体现在进一步明确低空飞行管理，规范飞手驾驶及培训，以及整治“黑飞”问题等方面。以低空飞行管理为例，《关于深化我国低空空域管理改革的意见》指出 2016 年至 2020 年将进一步深化改革，在体制机制、法规标准、运行管理、服务保障等方面规范低空空域管理。目前我国低空空域管理改革在逐步推进，现行改革试点包括“两大区，七小区”等飞行区的真高 1000 米下低空空域的初步开放。**科学合理开发利用低空空域资源是重要的政策走向，广证恒生认为有序放开低空空域管理是无人机发展的一个重要机遇，随着低空空域管理改革试点在全国范围内推广，无人机产业发展将揭开新的篇章。**

第三类为电力巡检监管方或主管方的政策，如电力巡检有关主管部门出台的对电力安全可靠性的重视和要求的相关政策。2015 年，国务院出台《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》，提出“保障电力系统安全稳定运行和电力可靠供应，提高电力安全可靠水平”的要求。

第四类为电力巡检需求方的相关规范性或指导性文件，助电力巡检无人机走上标准化生产与推广的正轨。如国家电网公司、南方电网公司陆续出台了明确无人机电力巡检设备配置、作业流程、人员配置、服务保障等标准的指导性文件，推动电力巡检进一步走向智能化、自动化、规范化。日渐规范的电力巡检无人机行业，将有益于减少恶性竞争，倒逼行业内不规范经营的企业进行改革创新。

总体而言，广证恒生相信以上四类“自上而下”的政策或文件的出台为电力巡检无人机行业提供了良好的发展契机，将激发电力巡检无人机的刚性需求，为行业健康快速发展保驾护航。

图表 22 推动电力巡检无人机行业发展的四类政策或规定性文件

一. 推动高端装备制造业、航空装备制造业、无人机行业发展的政策	二. 无人机行业监管的相关政策	三. 电力巡检监管方或主管方的政策	四. 电力巡检需求方的相关规范性或指导性文件
• 将航空装备、智能制造装备列为高端装备制造产业的重点方向 • 将航空产业列入国家战略性新兴产业发展重点方向	• 低空飞行管理 • 规范飞手驾驶及培训 • 整治黑飞问题	• 对电力安全、可靠性的重视和要求	• 明确无人机电力巡检设备配置、作业流程、人员配置、服务保障等标准

资料来源：广证恒生

图表 23 电力巡检无人机行业政策及公司规定一览表

年份	发布单位	政策/规定	相关内容
2009	中国民用航空局	《关于民用无人机管理有关问题的暂行规定》	主要解决无人机的适航管理问题。
2010	国务院、中央军委	《关于深化我国低空空域管理改革的意见》	2016~2020 年为深化阶段，进一步深化改革，使低空空域管理体制机制先进合理、法规标准科学完善、运行管理高效顺畅、服务保障体系完备可靠，低空空域资源得到科学合理开发利用。
2011	国家能源局	《电力可靠性管理暂行办法》	加强电力可靠性管理，提高电力行业的现代管理水平。
2013	中国民用航空局(CAAC)	《民用无人驾驶航空器系统驾驶员管理暂行规定》	主要解决无人机的驾驶资质管理。
2013	国家电网公司	《国家电网公司输电线路直升机、无人机和人工协同寻检模式试点工作方案》	建立直升机、无人机和人工寻检相协同的新型寻检模式是加强智能电网发展的迫切需要。
2014	南方电网公司	《架空输电线路机巡光电吊舱技术规范(试行)》	对架空输电线路有人直升机/无人机巡检用光电吊舱的设备选型、试验验收、产品包装运输等方面的工作进行规范。
2014	空管委	《低空空域使用管理规定(试行)》(征求意见稿)	对空域分类划设、空域准入使用、飞行计划审批报备、相关服务保障、行业监管和违法违规飞行查处作出规定。
2015	国务院	《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》	保障电能的生产、输送和使用动态平衡，保障电力系统安全稳定运行和电力可靠供应，提高电力安全可靠水平。
2015	国家电网公司	《架空输电线路无人机巡检系统配置导则》	规定了架空输电线路无人机巡检系统的分类、设备配置、人员配置和特殊环境配置要求。

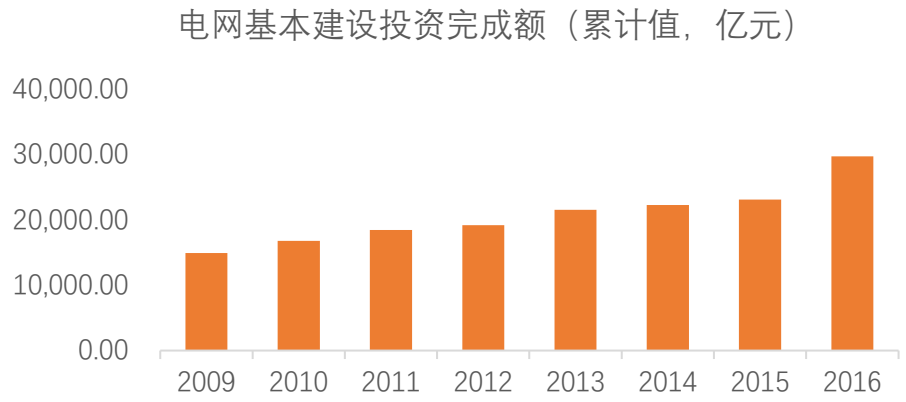
2015	国家能源局	《架空输电线路无人机巡检作业技术导则》	规定了采用无人机对架空输电线路进行巡检的巡检系统、作业要求、巡检前准备、巡检方式及方法、巡检内容、巡检资料的整理及移交、异常情况处置等。本标准适用于采用固定翼无人机、旋翼无人机对架空输电线路进行的巡检作业。
2016	中国电科院等	《架空输电线路无人直升机巡检系统》	为架空输电线路无人直升机巡检作业单位提供无人机性能检验规程，采购评判依据，以保证架空输电线路无人机巡检作业的安全开展，为电力系统稳定运行提供技术支撑。

资料来源：互联网，广证恒生

4.3 天高任“鸟”飞——2020 年电力巡检无人机市场规模有望超 50 亿

智研咨询数据表明，2011-2015 年以来，国家电网公司投资额基本呈逐年上升趋势，五年复合增长率达 10.6%。其中，2015 年国家电网投资达 4521 亿元，同比增长 17.1%。我国电网基本建设投资完成额逐年增长，电网建设依旧是电力建设的重头戏。

图表 24 电网基本建设投资完成额（累计值，亿元）



资料来源：Wind，广证恒生

为保证硬件设施的可靠性和安全性，大量变电设备的升压线路和降压线路，乃至整个电力线路系统都有定期巡检的需求。**电力巡检无人机处于成长期到成熟期的过渡期，在技术和政策双重利好的影响下，行业容量有望继续增大（见下文分析），且由于电力是人们生活和生产的必需品，行业基本不会出现大幅周期性波动。**

➢ **未来三年市场规模测算逻辑与关键假设**

(1) 2015 年我国 110kV 以上高压输电线约为 52 公里，GlobalData 预测，中国输电线路建设的年复合增长率将达到 6%，假设 2018 年-2020 年电力巡检的总工作路线也以 6%的速率增长。

(2) 电力巡检无人机的覆盖率与南方电网、中国电网等需求方的规划密切相关，通过查阅《南方电网公司输电线路机巡“十三五”规划无人机巡检工作推进方案解读》发现，南方电网工作目标中，2017 年、2019 年、2020 年无人机巡检目标比例分别达到 35%、50%、70%。**广证恒生预计未来三年无人机的技术将不断取得突破，无人机在电力巡检中的应用将不断成熟，由于无人机巡检相对于载人直升机巡检和人力巡检具有无可比拟的优势，故认为 2018**

年、2019 年、2020 年无人机巡检的覆盖率逐年上升，分别达到 40%、50%、70%。

(3) 无人机在电力巡检领域中的具体应用主要为精细巡检、定点巡检、范围巡检及其他巡检，一般精细巡检需要全面细致地搜集数据和检查，单次巡检速度较慢，定点巡检速度适中，而范围巡检速度较快；据新华报业网，使用无人机巡检 62 公里的输电线路仅需 3 小时。综上，假设平均而言，无人机电力巡检速度为每小时 20 千米。

(4) 根据草根调研电力巡检工作人员了解到，巡检线路基本是以月为单位，一般各级别线路每月安排一次常规巡检，如果线路属于保电线路或者特殊巡视维护线路就要按相关规定增加巡视的次数，除了日常巡视检查，还有遇故障需要排查的临时巡检，特殊时间如阅兵、高考、中考、春运、冬夏用电高峰期的特殊巡检等，据此估算，电力线路每年巡检次数在 24 次左右。

(5) 一般招标方在采购时，不仅购买无人机单机，还购买相应的配套系统。因此我们在测算时假设的价格是无人机整机（含配套系统）的价格。四川省电力行业协会副秘书长黄志曾表示，一台电力巡检无人机售价在 20 万-100 万元之间。由于电力巡检无人机的需求方有经费限制，一般倾向于选择性价比高的产品，所以我们用适中水平的价格来预测。

一旦接到电力故障的消息，相关公司会及时抢修，而无人机能高效及时地发现、排查、处理电力故障，假设为了应对潜在的突发的电力故障，相关公司会多购置无人机，因此在预测中，我们分别考虑了“不放量”以及“1.5 倍放量”两种情形。

若仅考虑无人机整机，预计 2020 年电力巡检无人机市场规模在不放量的情况下约为 19.48 亿元，在 1.5 倍放量的情况下约为 29.23 亿元。中国产业信息网表明，从空间来看，无人机服务环节的市场规模大约为硬件制造的 2 倍以上。而细化到电力巡检无人机领域，飞行服务、租赁服务、维修保养服务等市场的空间将逐步打开，若同时考虑无人机整机与服务，预计 2020 年电力巡检无人机市场规模在不放量的情况下约为 58.45 亿元，在 1.5 倍放量的情况下约为 87.68 亿元。

图表 25 2018 年-2020 年电力巡检无人机市场规模预测

电力巡检无人机		2018 年	2019 年	2020 年
总工作线路（万千米）		61.93	65.65	69.59
无人机电力巡检覆盖率		40%	50%	70%
覆盖的总工作线路（万千米）		24.77	32.82	48.71
无人机巡检速度（千米/小时）		20	20	20
无人机巡检一次需要的时间（小时）		12,386.57	16,412.20	24,355.71
每年巡检次数（次）		24	24	24
无人机巡检一年需要的时间（小时）		297,277.59	393,892.81	584,536.93
单机年飞行时间（小时）		150	150	150
不放量	年需求量（架）	1,982	2,626	3,897
	售价（万元）	50	50	50

	无人机整机需求额（累计，亿元）	9.91	13.13	19.48
	无人机服务需求额（累计，亿元）	19.82	26.26	38.97
	总需求额（累计，亿元）	**29.73**	**39.39**	**58.45**
放量 1.5 倍	放量 1.5 倍后的年需求量（架）	2,973	3,939	5,845
	售价（万元）	50	50	50
	无人机整机需求额（累计，亿元）	14.86	19.69	29.23
	无人机服务需求额（累计，亿元）	29.73	39.39	58.45
	总需求额（累计，亿元）	**44.59**	**59.08**	**87.68**

资料来源：广证恒生

➢ **2018 年-2020 年电力巡检无人机市场规模预测市场规模预测合理性的初步验证**

图表 26 南方电网公司未来三年电力巡检无人机作业计划

		2016 年-2017 年	2018 年-2019 年	2020 年
多旋翼无人机（日常巡检、故障寻找等）	飞行器数量	1000	1500	2000
	操作手配置	每个班组配备 2-4 名多旋翼无人机操作手	每个班组配备 4-6 名多旋翼无人机操作手	各单位根据业务发展需求进行合理补充
无人直升机（日常巡视等） 固定翼无人机（快速通道巡视、灾情勘察等）	飞行器数量	通过技术经济分析对比后选择机型和数量配置	总结第一阶段试点情况及技术发展，选择成熟可靠机型进行配置	总结前两个阶段试点情况及技术发展，选择成熟可靠机型进行配置
	操作手配置	结合机型及作业性质决定人员数量，操作手应持有 APOA 证书		

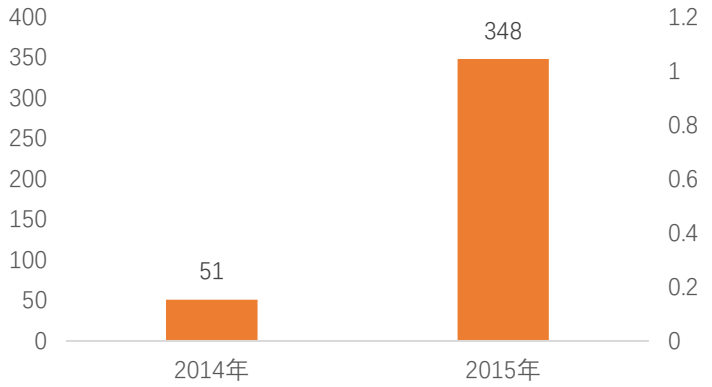
资料来源：南方直升机/无人机电力作业技术支持中心，广证恒生

国家电网公司负责 26 个省市，南方电网公司负责南方 5 省。2009 年，国家电网成立了无人机巡检专项项目，各地电力公司开始不断试点并取得良好效果，而南方电网于 2011 年才成立试点项目。由于国家电网公司采用无人机进行电力巡检试点和推行较早，可以大致认为 2018 年-2020 年国家电网公司电力巡检所需无人机数量约为南方电网公司所需数量的 3~5 倍，与我们上述预测的放量 1.5 倍后的年需求量比较吻合。

➢ **现阶段无人机采购量与实际需求量缺口较大，渗透率低，待掘市场空间广**

2014 年，浙江、湖北、辽宁、四川等 10 个省级国家电网开始采购无人机，使用的无人机共计有 51 架；2015 年国家电网招标中，无人机采购的适用省份已推广到 28 个省份，无人机采购总量达 348 架，同比增长 5.82 倍。

图表 27　2014 年-2015 年国家电网无人机采购数量（架）



数据来源：智研咨询，广证恒生

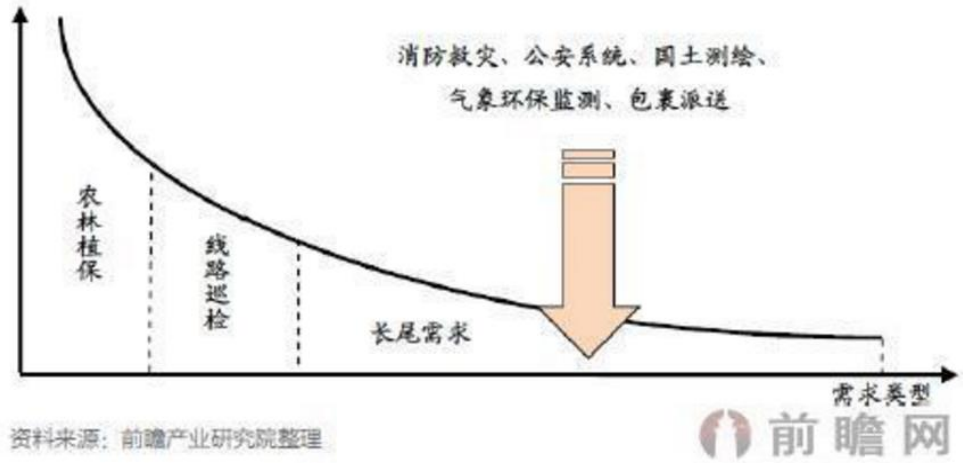
虽然国家电网公司无人机采购数量不断增加，但仍与实际需求存在较大缺口。**未来几年内，随着技术的不断突破、政策文件的进一步支持和规范，电力巡检无人机需求有望迎来爆发性增长，电力巡检无人机将在很大程度解决从“无”到“有”的问题。**

预计随着电力巡检无人机在国家电网和南方电网公司等需求端的普及，未来行业的硬件和整机需求将趋于饱和，新的利润增长点转为以旧换新（硬件和整机）、维修保养服务、金融保险服务、大数据管理及巡检系统升级等软件服务、电力巡检操作人员培训服务等，如图表 22 表明电力巡检固定翼无人机和无人直升机的操作手应持有 APOA 证书。故**广证恒生看好现阶段在硬件和整机核心技术和市场份额等方面领先的企业，也看好布局不限于上述软件和服务（新的利润增长点）的企业。**

- **无人机电力巡检属于线路巡检大类，可向油气管道巡检横向拓展**

前瞻产业研究院表明，近年来，无人机开始在民用市场崭露头角，其中农林植保和电力能源巡检这两个领域在目前已表现出较为迫切的需求趋势，且具备较为可观的市场规模前景，而考虑到无人机现阶段的技术已大可满足，故预计供需的契合度较高。

图表 28　无人机民用领域需求分布结构图



数据来源：前瞻网，广证恒生

目前，线路巡检主要包括电力线路巡检及油气管道线路巡检，油气管道线路巡检有望成为继电力线路之后率先爆发的领域。

我国油气管道千公里泄露事故率远高于美国和欧洲，定期巡查是确保油气管道安全运行的必要。截至 2015 年底，中国除台湾省以外的所有地区在役油气管道总里程累计约为 12 万千米，其中天然气管道 7.2 万千米，原油管道 2.5 万千米（已扣减封存退役管道），成品油管道 2.3 万千米。多位业内专家预计，到“十三五”末（2020 年），仅中国长输油气管道的总里程将超过 16 万公里。2014 年，国家安全监管总局表示，我国 30%以上陆上油气管道已经运行了 10 年以上，千公里泄露事故率年均 4 次，远远高于美国和欧洲。

且油气管道巡检面临着与电力巡线采用传统人力巡检方式相同的低效、成本大的问题。**中石化、中石油等涉及油气管网等行业目前采用人工地面巡线和通航空中巡线方式操作，该类行业目前均在观望电力行业采用无人机巡线的效果考察，一旦电力巡线效果得到验证，即大规模全面铺开，油气管网等市场也同步爆发式增长。**

垂直深耕电力巡检领域的企业，若保持各方面优势，在电力巡检潜在市场需求爆发并得到大规模推广之后，由于路径依赖，预计该类企业可以持续地为电力巡检无人机客户提供后续服务。且企业可同时将电力巡检方面积累的技术、销售网络、品牌优势等逐步规模化复制，横向推广到其他领域，尤其是与电力巡检领域有一定相似度的无人机油气管道巡检领域，不断扩大市场应用领域和市场份额，打破目前行业市场分割的局限性。

5 竞争格局：参与者众多，优秀企业各具特色

5.1 竞争较分散和激烈，先发优势、技术和品牌优势、地区优势让强者更强

我国电网分布较为分散，各个电网区都有无人机电力巡检的客观需求，电网企业在招标时一般要求“具备**批量**生产、销售、供应该项必需的生产制造设备、**专业技术能力**和**售后服务能力**”。这透露出两方面的信息，一是供应商（卖方）需要满足一定的准入标准才可能中标，即已规模生产的无人机企业具备一定的规模经济优势与先发优势，因而可形成一定的行业门槛；二是当地无人机企业可及时为当地客户提供售后服务，具备一定的地区优势。

大多数从事电力巡检无人机业务的企业区位特征明显，部分已服务所在区域电网企业多年，在区域内已形成一定的品牌影响力，积累了部分粘性的客户，如浙江南瑞飞翼航空有限公司重点布局浙江电力电网行业，并在浙江当地获得了很高的评价。

在无人机电力巡检领域，新三板企业主要有易瓦特、臻迪科技、中翔腾航、方智科技，未上市企业包括大疆创新、北方天途、科比特、中航智、智能鸟、成亨国际、飞翼航空等知名企业，以及浙江之疆科技开发有限公司、洲际通航公司、北京韦加天地通航空科技有限公司、武汉猎隼科技有限公司、青海风歌农林电子科技有限公司等众多参与者。

总体而言，由于电力需求的区域性和分散性，无人机电力巡检领域竞争格局较为分散。虽然行业有一定的进入壁垒，但并非坚不可摧，已进入者众多，且由于应用于不同行业的工业级无人机无悬殊的技术壁垒，各个细分领域没有特别明显的边界，已在无人机其他应用领

域积累了先进技术、拥有优质市场资源及品牌影响力的企业，也可能进入无人机电力巡检领域分一杯羹，潜在的竞争者不在少数，行业的竞争程度较为激烈。

5.2 投资标的

广证恒生从三个维度推荐电力巡检无人机受益标的：

1）已与国家电网公司或南方电网公司建立良好合作关系，具有先发优势的企业，如易瓦特、臻迪科技、方智科技、中翔腾航、中航智等。（中国产业信息网数据表明，2014、2015年国家电网开展了4批次无人机招标，总共招标无人机399架，其中易瓦特中标45架，臻迪科技中标22架。）

2）在全国甚至世界具备技术和品牌优势，并已在全国多地布局较为完善的产品和服务体系的无人机企业，这类企业或已从事电力巡检无人机业务或正在向电力巡检无人机业务转型，电力巡检无人机业务可受益于企业其他无人机业务的协同优势，如威海广泰、大疆创新、易瓦特、臻迪科技、科比特等。

3）在电力巡检需求大的地区具备一定地区优势，积累了一定客户资源和品牌知名度的地区性强势企业，这类企业可以在稳固本区域业务的同时，在周边地区拓展业务，如飞翼航空。

图表 29 电力巡检无人机主要标的一览表

	公司名称	特点
主板	威海广泰	3.8亿控股全华时代，强强联合，加码无人机业务。
新三板	易瓦特（834809.OC）	推动国家电网采用无人机开展巡线的行业引领者，全产业链布局。
	臻迪科技（837335.OC）	电力巡检硬件系统+图像大数据分析系统+一体化数据处理方案提供商。
	方智科技（837335.OC）	新三板新秀，聚焦电力进行业务布局，同多家电网单位有良好的合作。
	中翔腾航（870183.OC）	致力于工业级无人机系统的研制，客户遍布全国十余省市。
未上市企业	科比特	深耕多旋翼无人机，已完成A、B轮融资，巡检系统有三大方面应用。
	大疆创新	领先的消费级无人机企业，布局工业级无人机，电力巡检案例增多。
	中航智	拥有快速完备的服务体系，客户地域分布广泛，2014年国家电网的10个试点中，有6个试点采用了中航智的无人机。
	北方天途	有超过5年的农用无人机经验，2015年新进入无人机电力行业。
	飞翼航空	立足于无人直升机巡检系统整体方案的研发、生产和服务。

数据来源：广证恒生

5.2.1 主板相关标的：威海广泰收购全华时代，民用无人机爆发可期

➢ **威海广泰：收购全华时代，全华时代无人机已运用于电力巡检**

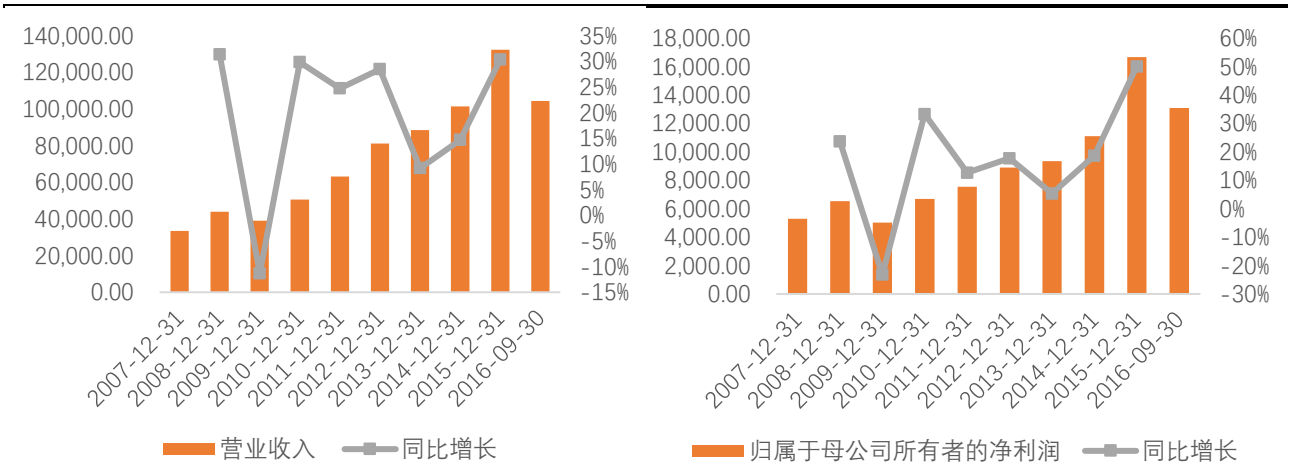
威海广泰为国内最大、国际上具有一定影响力的航空地面设备制造企业，目前已是国家高新技术企业和省级技术开发中心。

1) **传统业务：**经过20余年的发展，威海广泰现已形成空港地面设备、消防装备、特种车辆和电力电子四大经营板块，另新兴军工产业、进出口、融资租赁等业务，公司产业格局已初步形成。空港地面设备是广泰四大板块的母板块，是规模最大、成熟度最高、实力最强的产业板块。消防装备板块以北京中卓时代消防装备科技有限公司为依托，是拉

动广泰飞跃发展的朝阳板块。

2) 无人机业务： 2016 年，威海广泰以 2.3 亿元收购全华时代 57.8%股权，加码无人机业务，威海广泰的品牌、渠道等资源有望与全华时代的无人机业务产生良好的协同效应。全华时代是一家以工业智能化研发为主，专业从事无人机研发、量产、销售及培训的高科技创新型企业，主要产品包括固定翼、直升机、多旋翼等无人机及应用服务。多年来，公司向国防、公安、海洋、工业、农业、地调、测绘、应急、影视等应用领域提供多种无人机的使用和优质保障服务，**自 2010 年至今先后多次执行多省的石油、电力的巡线任务。全华时代股东权军、兰博、田凯、朱鹰、杨鑫承诺：全华时代 2015 年度、2016 年度、2017 年度和 2018 年度经审计的归属于母公司股东的实际净利润合计不低于 9221.35 万元。**

图表 30 威海广泰 2007 年-2016 年第三季度营业收入与归母净利润



数据来源：Wind，广证恒生

图表 31 全华时代运用无人机产品、全华时代无人机进行电力巡检

数据来源：互联网，广证恒生

5.2.2 新三板相关标的：易瓦特、臻迪科技领跑

- **易瓦特（834809.OC）：推动国家电网采用无人机开展巡线的行业引领者，全产业链布局业内极少数全系列、全产业链布局的企业之一，综合实力位居行业前列。**湖北易瓦特科

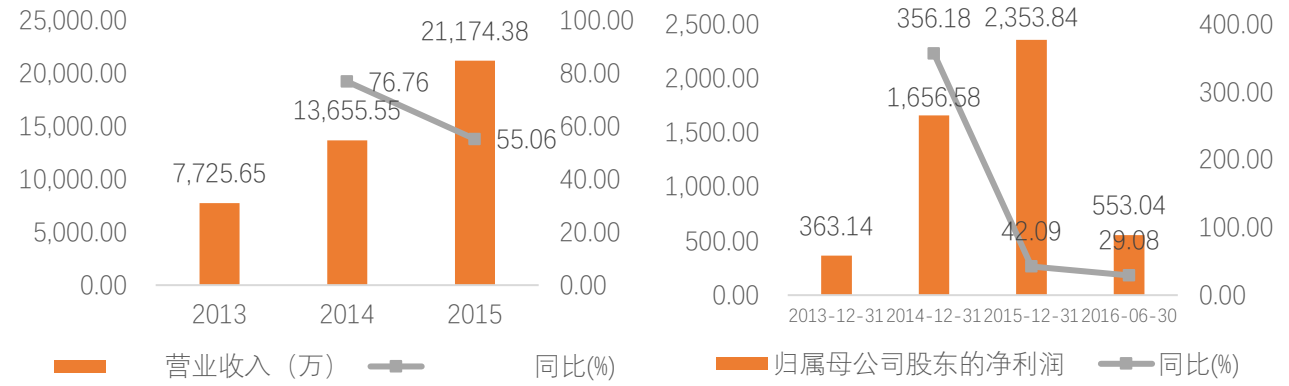
技股份有限公司于 2010 年成立，于 2015 年 12 月在新三板挂牌。公司是全国领先的民用无人机系统制造商，业务涵盖了工业级无人机研发、生产、销售、服务等全部环节，打造了完整的民用无人机产业链，可以为客户提供全方位的产品和服务。公司以用户需求为导向，形成了包括全系列无人机（包括多旋翼、固定翼、直升机 3 大系列 10 余款产品）、机载设备、辅助设备、无人机智能存储库房、一体化通信指挥车、飞行服务（飞行器租赁、技术支持、航拍、无人机检测与维修等）、驾驶员培训等的 7 大系列产品和服务，形成了丰富的产品线，可以满足不同客户的需求。现已广泛用于电力测绘、农林海事、石油石化、环境保护、安防救援、影视航拍等众多领域，并不断融入新的行业应用。

国际化的研发团队，掌握无人机系统 6 大核心技术。在技术层面，易瓦特组建了一支具有极强研发能力的国际化专业研发团队，掌握了无人机系统 6 大核心技术，包括：全系列无人机整机设计技术、复合材料制作加工技术、动力系统、电子飞控技术、有效应用载荷及飞行测试等 6 大核心技术。公司核心技术均通过自主研发取得，**产品核心价值体现在能根据客户需求，为行业高端用户提供专业级定制化解决方案。**

推动国家电网采用无人机开展巡线的行业引领者，客户遍及全国多个省市，参与多项无人机行业标准的起草。2013 年，易瓦特无人机通过武汉市标准化院检测，并通过 3 项无人机企业标准，开创了无人机行业先河。2015 年 12 月，公司参与起草的《民用无人机系统分类和分级》标准由无人机系统标准化协会正式发布。**2016 年，公司参与起草的《架空输电线路无人直升机巡检系统》电力行业标准正式发布。公司通过国家电网公司输电线路小型无人机巡线系统、变电站智能巡检机器人供应商资质能力专项核实，并取得《国家电网公司集中规模招标采购供应商资质能力核实证明》，有效期至 2017 年 12 月 31 日。**

产品的国内省级市场覆盖率为 100%，营收过亿，归母净利连年增长，国际化拓展。易瓦特依托智能电网配套产品和服务，为公司无人机电力行业应用建立了更为广阔的营销网络及专业性较强的电力行业应用解决方案。营销服务体系完善，产品的国内省级市场覆盖率为 100%。2013-2016 年上半年，公司的归属母公司股东的净利润为 363.14 万元、1,656.58 万元、2,353.84 万元、553.04 万元，同比增长率为 356.18%、42.09%、29.08%。公司以中国武汉为总部，以市场为导向，现已在美国、香港设立子公司，以迅猛而稳健的步伐迈向国际市场。

图表 32 易瓦特 2013 年-2016 年上半年营业收入及归母净利润



数据来源：Wind，广证恒生

➢ **臻迪科技（837335.OC）：电力巡检硬件系统+图像大数据分析系统+一体化数据处理方案提供商**

北京臻迪科技股份有限公司成立于 2012 年，总部位于北京，公司专业提供智能无人系统、大数据分析及可视化系统、虚拟仿真系统等产品及专业服务，拥有国家高新技术企业资质，拥有 27 项软件著作权登记证书及 16 项专利证书。**臻迪集团在北京、上海、香港、扬州、波士顿、法兰克福、多伦多、硅谷、珀斯等地都设有研发及分支机构。**

公司生产工业级无人机，目前多应用于对电网的巡检。公司自成立以来主要进行无人机相关技术的研究，已具备了无人机整机及关键部件的研发、设计、生产能力已成为拥有全品类工业级无人机的企业。**目前公司的无人系统及无人机产品主要用于国家电网的电力巡线及一些航拍测绘领域，客户主要集中于国家电网公司及其各省分公司，业务收入主要来源于无人机整机的销售和一部分无人机的飞行服务。**臻迪自主研发的系列企业级无人机产品四旋翼 PowerQuad、直升机 PowerCopter 和固定翼 PowerEye，广泛应用于农业植保、电力、测绘、石油矿产、警用、救援等多种领域。

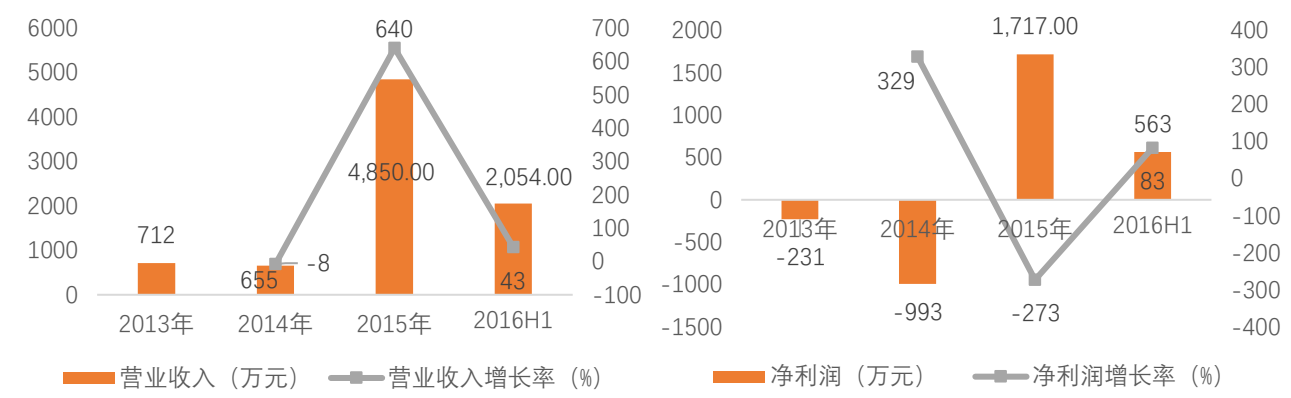
无人机产品曾应用于 70%的国家电网公司试点省份。PowerQuad 是臻迪自主研发的红外光+可见光一体化挂载的便携式精细化巡检四旋翼无人机。2013 年，PowerQuad 四旋翼无人机系统中标国家电网公司无人机采购项目，中标数量占小型无人机系统采购总量的 50%，并且在国家电网浙江、湖北、四川、冀北、辽宁等省电力公司得到了应用。2014 年国家电网公司无人机采购第一批招标中，PowerQuad 四旋翼无人机再次中标，总计应用省份 7 个，占国家电网公司试点省份的 70%。

在研发并提供无人电力机巡检硬件系统的同时，公司开发了电网巡检图像大数据分析系统和全三维一体化数据处理方案。电网巡检图像大数据分析系统可以规划巡检路线，实时回传巡检图像，通过对红外图像、热感数据的分析及与数据库中的缺陷特征库及其他历史数据的比对，达到实时监控、缺陷预警的目的；全三维一体化数据处理方案则充分利用无人机所拍摄数据，全自动、快速、准确地生成带有专业精度测量数据的三维地景模型，为用户在输电线路管理、应急救援等方面提供了三维数据支撑。

提供大数据与智能可视化业务，客户也集中在电力行业。公司结合客户需求，实现跨界整合，**逐步开发出智能电网系统等大数据分析及可视化平台。**目前客户主要集中于华东电网，其收入主要来源于硬件销售、软件销售以及软硬件系统集成销售，同时通过系统的检修维护、维修保养、以及软件升级和硬件更新换代收取服务费用。

2015 年，公司的营业收入大幅增长 640%至 4850 万元，2016 年上半年公司的营业收入同比增长 43%至 2054 万元；随着公司前期的研发投入逐渐变现，2015 年公司主营业务盈利性增强，净利润由负转正，为 1717 万元，体现出公司良好的发展势头。

图表 33 臻迪科技 2013 年-2016 年上半年营业收入及净利润



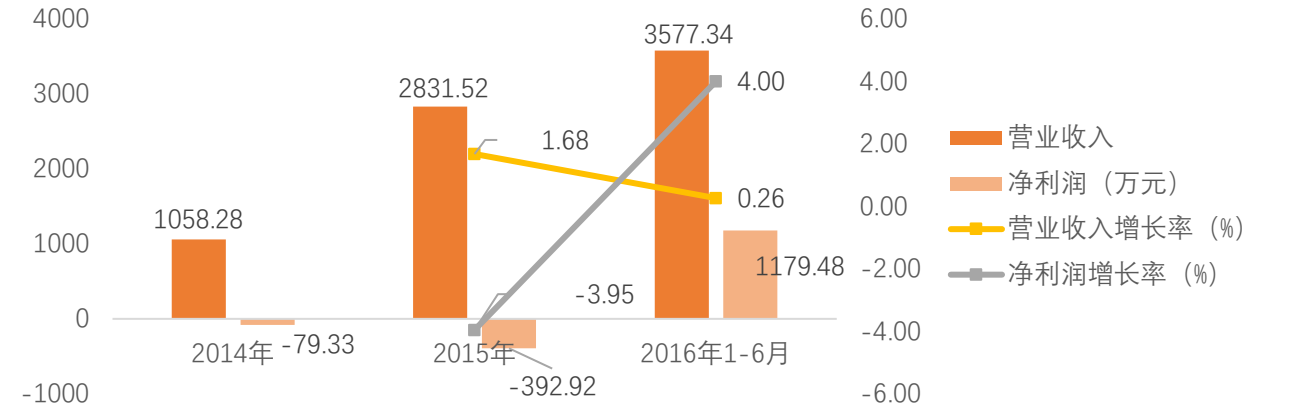
数据来源：WIND，广证恒生

➢ **方智科技（837335.OC）：新三板新秀，聚焦电力进行业务布局**

公司与 2017 年 2 月 20 日挂牌，为新三板无人机板块的新秀。

把握智能电网快速发展的契机，聚焦电力进行业务布局：方智科技主要致力于无人机巡检系统和电动汽车充换电系统的研发、生产、销售及服务，其无人机巡检系统已通过中国电力科学研究院严格的检验测试，为无人机电力巡线服务打下了良好基础。**方智科技的四旋翼无人机已经服务于国家电网公司的直流特高压、500KV、220KV 等高压线路的巡检工作，同北京电力公司、上海电力公司、冀北电力公司、江苏电力公司、浙江电力公司、重庆电力公司、四川电力公司、福建电力公司、湖南电力公司等电网单位都有良好的合作。**方智科技建立了完善的售后服务体系，售后服务的响应时间：京津冀地区 8 小时内技术人员到达现场；国内其他地区从最近的办事处协调技术人员 24 小时内到达现场。

图表 34 2014 年-2016 年上半年方智科技营业收入及净利润



数据来源：Wind，广证恒生

➢ **中翔腾航（870183.OC）：致力于工业级无人机系统的研制，客户遍布全国十余省市**

天津中翔腾航科技股份有限公司位于天津市东丽区，2012 年 10 月成立，2016 年 12 月 22 日在全国中小企业股份转让系统（新三板）正式挂牌，股票代码：870183。**公司致力于工**

业级无人机系统的研制，为无人机行业客户（政府、事业单位、企业）提供专业的无人机系统、服务及培训。产品已广泛应用于电力、警用、消防、海监、农业、林业、农业、应急、测绘等众多领域，于 2014 年中标国家电网固定翼无人机巡检项目。目前客户已经遍布全国十余个省市。

中翔腾航已获得科技型中小企业认定、国家级高新技术企业认定、ISO9001 质量管理体系认证、国防三级保密资质。拥有软件著作权七项，申请超过一百项专利，是天津大学，北京航空航天大学实习实践基地。

公司下辖中翔智能硬件工场，汇集十余家无人机上下游企业，打造全产业链无人机主题众创空间；中翔无人机展厅，展示三十余款各种结构无人机产品，与中小学开展科学实践；中翔慧飞无人机培训学校，为行业培训无人机操控人才。

5.2.3 未上市公司：跑马圈地，呈现“多强”局面

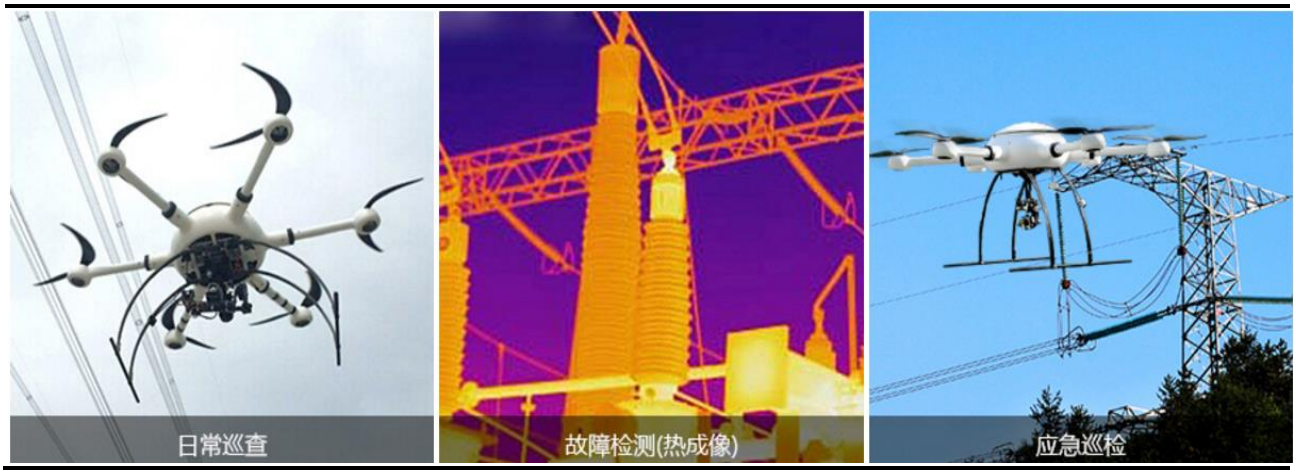
- **科比特：深耕多旋翼无人机，已完成 A、B 轮融资，巡检系统有三大方面应用**

深圳市科比特航空科技有限公司（MMC），2009 年由曾任职大疆创新的卢致辉创立，专业从事多旋翼无人机系统的研发、生产、销售和服务，拥有多项无人机技术专利。**A 轮融资估值超过 1.5 亿，B 轮融资 4000 万元后市值更是超过了 5 亿，因长续航无人机 Hydrone-1800 的成功上市，2016 年 4 月，科比特获得了 6000 万元融资。**

公司新产品、研发团队、市场拓展等方面发展迅速。科比特已经开发了 25 款工业级无人机产品，用户遍及全球 20 多个国家和地区，销售额从 2014 年的 650 万元增加至 2015 年第四季度的每月千万元级，预计 2016 年销售额将比上年度增长 10 倍以上。研发团队人数也从原来的 8 人增加至 160 人，并重新组建了北美、深圳、哈工大三个研发中心，深入到飞控、图传、任务载荷、地面站系统、后期软件等一系列产业链条末端。科比特航空多旋翼无人机广泛应用于电力巡线、电力架线、公安消防、应急指挥、森林防火、空中侦查、测绘勘探、国土监察、城市规划、影视航拍等领域。公司提供专业的电力、公安、消防、农业、航拍等行业服务。

无人机巡检系统在日常巡查、故障检测（热成像）、应急巡检等方面均有应用。科比特航空无人机巡检系统主要针对输电线路实时监控检查电力故障，包括巡线任务规划、图像/影响数据管理、巡线结果展示等功能，融合了航空、影像、通信技术及后台分析系统。科比特航空电力巡线应用无人机产品为六旋翼无人机、热成像、微光，电力巡线内容包括塔杆类故障、基础类故障、导线类故障、架空地线类故障、绝缘子类故障、金属类故障、接地类故障、拉线类故障、通道类故障等。如科比特航空伏翼 E6 无人机属于电力巡线六旋翼无人机，主要用于电力行业输电系统的日常巡查、故障检测和应急巡检；伏翼 E6 无人机搭载热成像仪和 36 倍光学变焦，低空巡查输电系统是否有异常点，为管理部门提供决策依据。

图表 35 科比特航空无人机巡检系统可用于日常巡检、故障巡检、应急巡检



数据来源：公司官网，广证恒生

➢ **大疆创新：全球领先的消费级无人机企业，进军工业级无人机，电力巡检案例增多**

深圳市大疆创新科技有限公司，成立于 2006 年，是全球领先的无人飞行器控制系统及无人机解决方案的研发和生产商，客户遍布全球 100 多个国家。

重视技术研发，提供智能飞控产品和解决方案，填补多项行业空白。大疆创立初期专心研发无人机的大脑——飞行控制系统，成立之初便牢牢抓紧和发展核心技术，逐步研发推出了 ACE 系列直升机飞控系统、多旋翼飞控系统、筋斗云系列专业级飞行平台 S1000、S900、多旋翼一体机 Phantom、 Ronin 三轴手持云台系统等产品，多项技术和产品填补了行业空白。

在消费无人机领域垂直深入后，横向拓展到工业级无人机板块，行业应用广泛。大疆创新以消费无人机起家，定位专业航拍，在工艺上追求极致。大疆创新的领先技术和产品已被广泛应用到航拍、遥感测绘、森林防火、电力巡线、搜索及救援、影视广告等工业及商业用途。

大疆无人机用于电力巡检的案例增多，如大疆的经纬 M600 Pro 搭载专业级 A3 Pro 飞行控制系统，配备三套惯性测量单元(IMU)和全球卫星导航系统(GNSS)模块，配合软件解析余度，实现六路冗余导航系统。可选配高精度 D-RTK GNSS，大幅提升飞行可靠性，**有效消除铁塔周围电磁干扰的影响，并提供厘米级的定位精度，可用于电力巡检。**

图表 36 大疆无人机：经纬 M600PRO、Phantom3 Professional

数据来源：公司官网，广证恒生

➢ **中航智：拥有快速完备的服务体系，客户地域分布广泛**

北京中航智科技有限公司成立于 2012 年，主营业务为无人机的研发、生产和销售，产品应用涵盖电力、农业、公安、 应急减灾、海洋监管、地质勘探和影视拍摄等多个领域。

公司拥有快速完备的服务体系，能为客户提供完善的维护、保养和人员培训操作。在国家电网浙江省电力公司，公司的产品率先应用于“高压输电线路精细化巡检”，项目进展顺利。公司的足迹遍及北京、天津、四川、江苏、上海、安徽、湖南、广东、广西、吉林、辽宁、内蒙古、新疆、山西、山东、浙江、湖北、青海、云南、摩洛哥、新加坡、阿联酋等多个城市。2013 年中航智中标国家电网无人机 4 架，其中四川电力 1 架、湖北电力 1 架、重庆电力 1 架、浙江电力 1 架；2014 年，中标国家电网无人机 6 架，其中冀北电力 2 架、浙江电力 2 架、重庆电力 1 架、辽宁电力 1 架，**国家电网的 10 个试点中，有 6 个试点采用了中航智的无人机。**

➢ **北方天途：有超过 5 年的农用无人机经验，2015 年新进入无人机电力行业**

产品种类完整，应用场景广泛，农用无人机行业运用超 5 年。北方天途航空技术发展(北京)有限公司于 2008 年创建，注册资本 2240 万元，是专业无人机的领先者，产品种类涉及多旋翼、无人直升机、固定翼无人机和载人旋翼机等航空飞行器。北方天途专注于工业无人机的研发和制造，为农业、公安、电力巡检、消防、反恐、国土、规划、军事、灾害应急、智慧城市以及文物保护等行业提供优质的无人机产品及解决方案。天途农用无人机有超过 5 年的行业运用经历，是中国农业工程学会和中国植保机械与施药技术专业委员单位。天途曾为国家十一五、十二五和 973 项目提供无人机产品及系统集成。

公司获得多项专利、资质及认证。北方天途拥有多项软件著作权、实用新型专利，是中关村高新和国家高新技术企业，产品通过 ISO9001 质量管理体系认证、ISO14001 环境管理认证和CE等多项认证。目前是国内首批PICC中国人民财产保险承保无人机单位，并于2014年获得民航授权 AOPA 无人机驾驶员培训机构资质。

2015 年新进入无人机电力行业，主要包括线路巡检、线路架设和线路规划。2015 年，北方天途发布了 M6FA（六旋翼）、M8FA（八旋翼）系列电力行业无人机，可用于电力线路巡检、电力线路架设及电力线路排障等领域。

图表 37 天途电力巡检无人机

数据来源：公司官网，广证恒生

➢ **飞翼航空：立足于无人直升机巡检系统整体方案的研发、生产和服务**

浙江南瑞飞翼航空有限公司**立足于无人直升机巡检系统整体方案的研发、生产、销售和服务，提供飞机操作人员的培训和人才输出，同时提供客户项目的外包服务，在浙江当地获得了很高的评价**。公司拥有良好的技术研发团队（副教授 1 人，博士 3 人，硕士 4 人）和成熟的运营管理团队。

助力电网企业解决多山环境超视距输电线路的巡查应用问题，填补国内空白。公司自主研发的输电线路多山环境超视距无人直升机巡检系统，具有信号中继功能，续航时间达 100 分钟，有效载荷达 25 公斤，飞行控制半径距离达 30 公里，**产品重点解决了现有无人机巡检系统续航时间短、飞行距离近，且不能在多山环境下作业的难题，远远超过了公安、国家电网、油田、海事当前的选型指标，在国内同类产品中遥遥领先，填补了国内市场高端无人机巡检系统的空白**。

应用案例：公司自主研发的四轴八桨多旋翼无人机巡检系统，可在海岛常年 7-8 级风的环境中，开展大跨度电网的带电巡查作业应用（目前国内第一家），具有明显的市场竞争优势，浙江省电力公司-杭州供电公司已预订数架，用于跨山区输电线路超视距巡检作业。2015 年 12 月 4 日，公司研制的 fy-408 型四轴八桨无人机巡检系统受舟山供电公司委托，对秀山岛跨海 22 万电网开展带电故障巡检作业。在海岛上，2349 米大海跨越 22 万电网线路，飞行高度 300 多米，风力 7-8 级的环境中，飞机飞行平稳，拍摄照片、录像清晰，满足电网巡检需求，**属国内第一家真正能在海岛常年 7-8 级大风的环境中带电安全有效作业的无人机巡检系统。**

数据支持：刘敏莹

新三板团队介绍：

在财富管理和创新创业的两大时代背景下，广证恒生新三板构建“研究极客+BANKER”双重属性的投研团队，以研究力为基础，为企业量身打造资本运营计划，对接资本市场，提供跨行业、跨地域、上下游延伸等一系列的金融全产业链研究服务，发挥桥梁和杠杆作用，为中小微、成长企业及金融机构提供闭环式持续金融服务。

团队成员

袁季（广证恒生总经理兼首席研究官）： 从事证券研究逾十五年，曾获“世界金融实验室年度大奖—最具声望的 100 位证券分析师”称号、2015 年度广州市高层次金融人才、中国证券业协会课题研究奖项一等奖和广州市金融业重要研究成果奖，携研究团队获得 2013 年中国证券报“金牛分析师”六项大奖。2014 年组建业内首个新三板研究团队，创建知名研究品牌“新三板研究极客”。2016 中国金融风云榜“中国金融管理年度创新人物”，2016 年金号角奖金牌研究员。

赵巧敏（新三板研究副总监、副首席分析师）： 英国南安普顿大学国际金融市场硕士，8 年证券研究经验。具有跨行业及海外研究复合背景，曾获 08 及 09 年证券业协会课题二等奖。具有多年 A 股及新三板研究经验，熟悉一二级资本市场运作，专注机器人、无人机等领域研究，担任广州市开发区服务机器人政策咨询顾问。

林全（新三板高端装备行业研究负责人）： 重庆大学硕士，机械工程与工商管理复合专业背景，积累了华为供应链管理与航天企业精益生产和流程管理项目经验，对产业发展与企业运营有独到心得。

温朝会（新三板 TMT 行业研究负责人）： 南京大学硕士，理工科和经管类复合专业背景，七年运营商工作经验，四年市场分析经验，擅长通信、互联网、信息化等相关方面研究。

黄莞（新三板教育行业研究员）： 英国杜伦大学金融硕士，具有跨行业及海外研究复合背景，负责教育领域研究，擅长数据挖掘和案例分析。

魏也娜（新三板 TMT 行业研究员）： 金融硕士，中山大学遥感与地理信息系统学士，3 年软件行业从业经验，对计算机、通信、互联网等相关领域有深刻理解和敏锐观察，2016 年加入广证恒生，从事新三板 TMT 行业研究。

谭潇刚（新三板高端装备研究员）： 中国科学技术大学无机化学博士， 曾发表多篇 SCI 论文，研究涉猎化学、物理和材料等交叉领域；具有知名券商研究所、投行经历，兼备理工、金融复合知识背景和跨一、二级市场研究视角。重点关注锂电池、新能源汽车等新材料领域相关产业链

陆彬彬（新三板主题策略研究员）： 美国约翰霍普金斯大学金融硕士，负责新三板市场政策等领域研究。

联系我们：

邮箱：lubinbin@gzgzhs.com.cn

电话：020-88832292

考研资料：数学、英语、政治、管综、西综、法硕等（整合各大机构）
英语类：四六级万词班专四专八雅思等
财经类：初级会计、中级会计、注册会计、高级会计、税务师、会计实操、证券从业、基金从业、资产评估、初级审
公务员：国考、省考、事业单位、军队文职、三支一扶微信 2270291360
银行：银行招聘、笔试、面试
教师资格：小学、中学、教师招聘面试
建筑：一建、二建、消防、造价
法考：主观题、客观题
多平台网课：涵盖职场、办公技能、编程、文案写作、情感心理、穿搭技巧、理财投资健身减肥摄影技术等优质内容
精选资料：Excel 教程、PPT 模板、简历模板、PS 教程、PPT 教程、素描、烹饪、小语种、CAD 教程、PR 教程、UI 课程、自媒体、写作、计算机二级、钢琴、Python、书法、吉他、kindle 电子书、演讲.....持续更新中...
押题：提供考前冲刺押题（初级会计、中级会计、注册会计、一建、二建、教资、四六级、证券、基金、期货等等），麻麻再也不用担心我考不过了。
资料领取微信：1131084518
行业报告：20000 份+持续更新

英语四六级备考资料	计算机二级备考资料	150 所高校考研专业课资料
两小时搞定毛概马原思修近代史纲	高数(微积分)+线性代数+概率论	素描 0 基础入门教程
教师资格证全套备考资料	普通话考试资料礼包	书法教程微信 2270291360
大学生英语竞赛备考资料	大学生数学竞赛备考资料	1000 份各行业营销策划方案合集
挑战杯/创青春/互联网+竞赛资料	电子设计竞赛必备资料	街舞 0 基础入门教程
托福雅思备考资料	大学物理学科攻略合集	动漫自学教程
SCI 最全写作攻略	TEM4/TEM8 专四专八备考资料	教师资格证面试试讲万能模板
360 份精美简历模板	数学建模 0 基础从入门到精通	100 套快闪 PPT 模板
Vlog 制作最全攻略	超强 PR 模板	42 套卡通风 PPT 模板
PS 零基础教程微信 1131084518	PS 高级技能教程	63 套酷炫科技 PPT 模板
好用到极致的 PPT 素材	128 套中国风 PPT 模板	32 套 MBE 风格 PPT 模板
327 套水彩风 PPT 模板	295 套手绘风 PPT 模板	54 套毕业答辩专属 PPT
196 套日系和风 PPT 模板	82 套文艺清新 PPT 模板	57 套思维导图 PPT 模板
163 套学术答辩 PPT 模板	53 套北欧风 PPT 模板	34 套温暖治愈系 PPT 模板
118 套国潮风 PPT 模板	30 套仙系古风 PPT	126 套黑板风 PPT 模板
114 套星空风格 PPT 模板	192 套欧美商务风 PPT 模板	42 套绚丽暈染风 PPT
50 套精美 INS 风 PPT 模板	56 套水墨风 PPT 模板	137 套清爽夏日风 PPT 模板
98 套森系 PPT 模板	25 套简约通用 PPT 模板	记忆力训练教程
300 套教学说课 PPT 模板	123 套医学护理 PPT 模板	AE 动态模板微信 2270291360
毕业论文资料礼包	教师资格证重点笔记+易错题集	表情包制作教程
吉他自学教程（送 6000 谱）	钢琴自学教程（送 1000 谱）	区块链从入门到精通资料
2000 部 TED 演讲视频合集	Excel 从入门到精通自学教程	单片机教程
230 套可视化 Excel 模板	1000 款 PR 预设+音效	1000 份实习报告模板
手绘自学教程微信 1131084518	单反从入门到精通教程	人力资源管理师备考资料
英语口语自学攻略	粤语 0 基础从入门到精通教程	证券从业资格证备考资料
日语自学教程	韩语自学教程	PHP 从入门到精通教程
法语学习资料	西班牙语学习资料	炒股+投资理财从入门到精通教程
全国翻译专业资格考试备考资料	BEC 初级+中级+高级全套备考资料	大数据学习资料
SPSS 自学必备教程	Origin 自学必备教程	会计实操资料
LaTeX 全套教程+模板	EndNote 教程+模板	小提琴 0 基础入门自学教程
GRE 超全备考资料	200 份医学习题合集	司考备考资料

思维导图教程＋素材	20000 份行业研究报告	一级造价工程师备考资料

上万 GB 教学资料（均全套,非杂乱）免费领取微信 1131084518

《闪电式百万富翁》实战版+升级版

易经+道德经+易学名师全集+风水学+算命学+起名+++等等（全套 1000 多 GB）

心理学+NLP 教练技术+精神分析+亲子家庭教育+催眠+++等等（更新超 2000GB）

大学-已更新至 9333 个课程+高中+初中+小学-全套资料（超过 2 万 GB）

陈安之	曾仕强	马云	杜云生	翟鸿燊	刘一秒	俞凌雄
王健林	余世维	雷军	周文强	安东尼罗宾	董明珠	李嘉诚
徐鹤宁	冯晓强	李践	刘克亚	罗伯特清崎	戴志强	李伟贤
苏引华	史玉柱	李强	俞敏洪	杰亚伯拉罕	周鸿祎	唐骏
梁凯恩	陈永亮	傅佩荣	贾长松	易发久	李彦宏	湖畔大学
李开复	聂枭	悟空道场	魏星	姬剑晶	其他名师全集	其他资料下载
王兴	王智华	智多星	陈文强	周导		微信 2270291360
泡妞	撩汉	泡仔	房中术	性福课	驻容术	泡妞撩汉性福合集

注：太多了，无法全部一一列出。。。

全套专题系列【微信 1131084518】

记忆力训练	形象礼仪	健康养生	企业管理	沟通技巧
演讲与口才	经理修炼	MBA 讲座	时间管理	战略经营
企业文化	销售心理	管理素质	国学讲座	执行力
团队管理	领导艺术	员工激励	潜能激发	谈判技巧
绩效管理	薪酬管理	43 份直销制度	电话销售	人力管理
客户服务	创业指南	市场营销	餐饮管理	保险讲座
品牌营销	酒店管理	汽车 4S 店	众筹资料	销售技巧

兴趣爱好：	钓鱼教程	魔术教学	炒股教学	美术教学	书法教学
音乐乐器：	萨克斯教学	电子琴教学	小提琴	古筝教学	钢琴教学
	吉他教学				
体育运动：	篮球教学	足球教学	羽毛球教学	兵乓球教学	太极拳教学
	围棋教学	高尔夫球			
生活实用：	插花教学	茶艺-茶道	唱歌教学	单反相机摄影	毛线编织
	小吃+美食				
语言学习：	英语				
电脑 IT：	办公 office	PS 美工教学			

暗号：666

免费领取资料微信

1131084518

微信1131084518

撩汉liaohan.net

最好资源zuihaoziyuan.com

广证恒生：

地址：广州市天河区珠江西路 5 号广州国际金融中心 4 楼
电话：020-88836132，020-88836133
邮编：510623

股票评级标准：

强烈推荐：6 个月内相对强于市场表现 15%以上；
谨慎推荐：6 个月内相对强于市场表现 5%—15%；
中性：6 个月内相对市场表现在-5%—5%之间波动；
回避：6 个月内相对弱于市场表现 5%以上。

分析师承诺：

本报告作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰、准确地反映了作者的研究观点。在作者所知情的范围内，公司与所评价或推荐的证券不存在利害关系。

重要声明及风险提示：

我公司具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供广州广证恒生证券研究所有限公司的客户使用。本报告中的信息均来源于已公开的资料，我公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，不保证该信息未经任何更新，也不保证我公司做出的任何建议不会发生任何变更。在任何情况下，报告中的信息或所表达的意见并不构成所述证券买卖的出价或询价。在任何情况下，我公司不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的担保。我公司已根据法律法规要求与控股股东（广州证券股份有限公司）各部门及分支机构之间建立合理必要的信息隔离墙制度，有效隔离内幕信息和敏感信息。在此前提下，投资者阅读本报告时，我公司及其关联机构可能已经持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，或者可能正在为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。法律法规政策许可的情况下，我公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。我公司的关联机构或个人可能在本报告公开前已经通过其他渠道独立使用或了解其中的信息。本报告版权归广州广证恒生证券研究所有限公司所有。未获得广州广证恒生证券研究所有限公司事先书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。如引用、刊发，需注明出处为“广州广证恒生证券研究所有限公司”，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。

市场有风险，投资需谨慎。